



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación

Carrera de Matemáticas y Física

“Elaboración de recursos didácticos para la enseñanza de electricidad, ondas y calor”

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Licenciado
en Ciencias de la Educación en
Matemáticas y Física

Autor:

Byron Joel Argudo Matute

CI: 0104978267

Tutor:

Dr. Alberto Santiago Avecillas Jara

CI: 1704208816

Cuenca - Ecuador

11 - Junio - 2019



RESUMEN

El presente trabajo de graduación parte de la problemática que enmarca la dificultad de los estudiantes de la Carrera de Matemáticas y Física de comprender los contenidos relacionados con temas de Electricidad, Ondas y Calor, para elaborar e implementar recursos didácticos que favorezcan la enseñanza de la asignatura y permitan superar con éxito esta dificultad. El trabajo está compuesto de tres capítulos secuencialmente organizados, iniciando con un marco teórico que recoge los puntos de vista de diferentes autores que consideran a los recursos educativos como una herramienta importante en el proceso, permitiendo al estudiante alcanzar un grado de conocimiento mayor, relacionando el conocimiento adquirido con el nuevo mediante la observación y manipulación de estos recursos. El segundo capítulo recoge preguntas que reconocen el sentido ambiguo de la asignatura y la necesidad de un material físico que englobe temáticas particulares confusas. Las preguntas son analizadas y representadas mediante tablas y gráficos estadísticos que cuantifiquen la realidad de una manera coherente. Por último, se presenta una guía didáctica que facilite la aplicación de los recursos en el aula, considerando temáticas que no contaban con material didáctico existente en el laboratorio, esperando con esto un mejor entendimiento de los contenidos, contribuyendo mediante este proyecto a la formación del futuro docente.

Palabras Clave: Recurso didáctico. Electricidad y ondas. Enseñanza. Secuencia. Guía.



ABSTRACT

This present graduation work is based on a problem which frames the difficulty of the students of Math and Physics Degree who do not understand the information related to Electricity, Waves and Heat topics, so they are no able to apply material which help the teaching process and overcome this difficulty successfully. This work consists of three well - organized chapters. First one, the Theoretical framework, it gathers different authors' points of view who think the educational resources are an important tool in the math teaching process and allow students to reach a higher level of knowledge and connect to the previous one by observing and manipulating these resources. The second chapter includes questions which recognizes the ambiguous meaning of the subject and the need for a physical material that encompasses confusing particular topics. These questions are analyzed and represented by using graphs and statistical tables which show the reality about this problem in a coherent way. Finally, the last chapter introduces a didactical guide which facilitates the application of resources in the classroom and contributes a better understanding of the contents, taking into account that some topics did not have didactic material in the laboratory and this guide will contribute to the instruction and formation of the future teacher.

Key words: Educational resource. Electricity and waves. Teaching. Sequence. Guide



ÍNDICE

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
DEDICATORIA	12
AGRADECIMIENTOS	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPÍTULO 1	15
1.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	15
1.1.1 Teorías psicológicas del aprendizaje:	15
• Conductismo	15
• Cognitivismo.....	17
• Constructivismo.....	18
1.1.2 Dificultades en la enseñanza de la Física.	21
1.1.3 Los materiales didácticos como herramienta de apoyo al docente.	22
1.1.4 Tipos de materiales educativos.....	24
• Materiales auditivos.....	24
• Materiales de imagen fija	25
• Materiales impresos.....	25
• Materiales tipo-maqueta	26
• Materiales electrónicos	26
CAPÍTULO 2	28
2.1 FUNDAMENTACIÓN ESTADÍSTICA	28
2.1.1 Tipo de investigación.....	28
2.1.2 Técnica e instrumento.....	28
2.1.3 Población y muestra	28
2.1.4 Descripción de la encuesta	29
2.1.5 Análisis de encuesta.....	30
CAPÍTULO 3	44



3.1 PROPUESTA	44
3.1.1 Estructura de la propuesta	44
3.1.2 Propuesta	45
Sistema coordenado cartesiano	46
Sistema de coordenadas esféricas	53
Sistema coordenado cilíndrico	65
Ángulos directores	76
Fuerza entre cargas puntuales	86
Intensidad de campo eléctrico de esferas conductoras cargadas	95
Energía del campo eléctrico	105
Potencial eléctrico de un punto	117
Escalas musicales	127
Placas de Chladni	143
CONCLUSIONES	153
RECOMENDACIONES	154
BIBLIOGRAFÍA	155
ANEXOS	163



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Dispositivo de audio.....</i>	<i>24</i>
<i>Ilustración 2 . Proyector BenQ</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 3. Libros introductorios de Física</i>	<i>25</i>
<i>Ilustración 4. Maqueta ilustrativa de las Leyes de Newton.....</i>	<i>26</i>
<i>Ilustración 5. Tablet ejecutando el software Geogebra</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 6. Portada de la propuesta didáctica.....</i>	<i>45</i>
<i>Ilustración 7. Maqueta representativa sistema coordenado cartesiano.....</i>	<i>46</i>
<i>Ilustración 8. Sistema de coordenadas cartesianas en el espacio</i>	<i>47</i>
<i>Ilustración 9. Sistema de coordenadas cartesianas dirección positiva.....</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 10. Ubicación de un punto en el espacio</i>	<i>48</i>
<i>Ilustración 11. Vector de posición de un punto P en el espacio</i>	<i>49</i>
<i>Ilustración 12. Sistema coordenado en tres dimensiones con sus vectores unitarios... 50</i>	
<i>Ilustración 13. Representación del punto S(5,7,4) en el sistema cartesiano</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 14. Representación del vector posición desde el origen hasta el punto S... 51</i>	
<i>Ilustración 15. Maqueta representativa de un sistema de coordenadas esféricas</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 16. Ángulos perpendiculares entre x,y,z , intersectados en el origen</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 17. Esfera de radio r</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 18. Cono con eje e Z , semiángulo θ, y esfera con radio r a punto de intersectarse.....</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 19. Secuencia de intersección entre un plano, esfera y cono.....</i>	<i>57</i>
<i>Ilustración 20. Vector determinado por r, θ, ϕ.</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 21. Sistema coordenado esférico.....</i>	<i>58</i>
<i>Ilustración 22. Relación de las coordenadas esférica con x.....</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 23. . Relación de las coordenadas esférica con y.....</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 24. Relación de las coordenadas esférica con z.....</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 25. Obtención de r mediante relación con coordenadas cartesiana.</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 26. Obtención de ϕ mediante la relación de coordenadas cartesianas.</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 27 . Determinación de θ mediante la relación con coordenadas cartesianas</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 28. Representación del punto Q(3,5,4)</i>	<i>62</i>
<i>Ilustración 29. Dimensiones de las coordenadas r, θ , ϕ</i>	<i>63</i>
<i>Ilustración 30. Maqueta representativa al sistema de coordenadas cilíndricas.....</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 31. Secuencia gráfica de obtención del sistema de coordenadas cilíndricas.</i>	<i>68</i>



Ilustración 32. Representación gráfica de coordenadas cilíndrica en el eje X.....	69
Ilustración 33. Representación gráfica de coordenadas cilíndricas en el eje Y.....	69
Ilustración 34. Representación gráfica del sistema de coordenadas cilíndricas en el eje Z.....	70
Ilustración 35. Distancia radial en coordenadas cilíndricas.....	70
Ilustración 36. Representación gráfica coordenada ϕ	71
Ilustración 37. Representación gráfica de la coordenada z.....	71
Ilustración 38. Traslado de vectores unitarios \mathbf{u}_ϕ y \mathbf{u}_R	72
Ilustración 39. Sistema de coordenadas cilíndricas	72
Ilustración 40. Representación de las coordenadas R; x	74
Ilustración 41. Determinación de la coordenada y	74
Ilustración 42. Coordenada en z	75
Ilustración 43. Maqueta representativa de los ángulos directores.....	76
Ilustración 44. Proyección de un vector sobre los X,Y,Z.....	79
Ilustración 45. Ángulos directores de un vector.....	79
Ilustración 46. Ángulo director α	80
Ilustración 47. Ángulo director β	80
Ilustración 48. Ángulo director γ	81
Ilustración 49. Maqueta representativa de la fuerza existente entre cargas puntuales. 86	
Ilustración 50. Atracción entre dos cargas puntuales.....	89
Ilustración 51. Dirección del vector unitario en la atracción de dos cargas puntuales... 90	
Ilustración 52. Representación de la fuerza de atracción de Q_1 sobre Q_2	93
Ilustración 53. Atracción entre una carga puntual y un conductor rectilíneo	95
Ilustración 54. Intensidad de campo eléctrico de esferas conductoras cargadas.....	96
Ilustración 55. Líneas de campo generadas entre dos cargas puntuales.....	98
Ilustración 56. Intensidad de campo eléctrico en un sistema de cargas puntuales.	99
Ilustración 57. Esfera conductora de radio R, cargada.....	100
Ilustración 58. Sección transversal de la esfera conductora cargada.	100
Ilustración 59. Representación de una carga puntual q en el centro de la esfera	101
Ilustración 60. Sección transversal del campo eléctrico dentro de la esfera.	101
Ilustración 61. Intensidad de campo eléctrico de una esfera conductora.....	101
Ilustración 62. Energía de campo eléctrico entre dos cargas.	105
Ilustración 63. Trabajo realizado por una fuerza constante.....	108
Ilustración 64. Trabajo realizado por una fuerza constante de diferente dirección al movimiento.....	108
Ilustración 65. Trabajo realizado por una carga Q sobre q desde el punto B hacia A. 110	



<i>Ilustración 66. Representación de la interacción entre Q_1, Q_2, , Q_3.....</i>	<i>113</i>
<i>Ilustración 67. Interacción de cuatro cargas en una pirámide cuadrangular.</i>	<i>114</i>
<i>Ilustración 68. Potencial eléctrico de un punto.</i>	<i>117</i>
<i>Ilustración 69. Potencial eléctrico dentro de una esfera</i>	<i>120</i>
<i>Ilustración 70. Gráfica V-r de una esfera cargada.....</i>	<i>121</i>
<i>Ilustración 71. Interacción de Q en M (6;4;3)</i>	<i>122</i>
<i>Ilustración 72. Interacción entre tres cargas puntuales y un punto D.....</i>	<i>123</i>
<i>Ilustración 73. Distancia de cada carga con respecto al punto D.....</i>	<i>124</i>
<i>Ilustración 74. Notas musicales en un xilófono.</i>	<i>127</i>
<i>Ilustración 75. Partes de una onda sonora.....</i>	<i>130</i>
<i>Ilustración 76. Notas musicales en una cuerda.....</i>	<i>131</i>
<i>Ilustración 77. Partes de la guitarra del son</i>	<i>136</i>
<i>Ilustración 78. Flauta</i>	<i>137</i>
<i>Ilustración 79. Zampoña.....</i>	<i>138</i>
<i>Ilustración 80. Tambor andino.....</i>	<i>139</i>
<i>Ilustración 81. Xilófono.....</i>	<i>140</i>
<i>Ilustración 82. Generador de figuras de Chladni.</i>	<i>143</i>
<i>Ilustración 83. Onda generada por una cuerda</i>	<i>144</i>
<i>Ilustración 84. Interferencia de ondas. Visualización del nodo.....</i>	<i>145</i>
<i>Ilustración 85. Generador de vibraciones compuesto por un altavoz.....</i>	<i>146</i>
<i>Ilustración 86. Placa metálica.....</i>	<i>147</i>
<i>Ilustración 87. Figura generada con una frecuencia de 2018 Hz.</i>	<i>148</i>
<i>Ilustración 88. Figura generada con una frecuencia de 2034,26 Hz.</i>	<i>148</i>
<i>Ilustración 89. Figura generada con una frecuencia de 1666,89 Hz.</i>	<i>148</i>
<i>Ilustración 90. Figura generada con una frecuencia de 1466 Hz</i>	<i>148</i>
<i>Ilustración 91. Figura generada con una frecuencia de 1400 Hz</i>	<i>149</i>
<i>Ilustración 92. Figura generada con una frecuencia de 1200 Hz</i>	<i>149</i>

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1. Diagrama de barras tipos de preguntas.....</i>	<i>29</i>
<i>Gráfico 2. Diagrama circular. Pregunta 1</i>	<i>30</i>
<i>Gráfico 3. Diagrama circular. Pregunta 2</i>	<i>31</i>
<i>Gráfico 4. Diagrama de barras. Pregunta 3.....</i>	<i>32</i>
<i>Gráfico 5. Diagrama de barras. Pregunta 4.....</i>	<i>33</i>
<i>Gráfico 6. Diagrama de barras. Pregunta 5.....</i>	<i>34</i>



Gráfico 7. Diagrama de barras. Pregunta 6.....	35
Gráfico 8. Diagrama de barras. Pregunta 7.....	36
Gráfico 9. Diagrama circular .Pregunta 8	37
Gráfico 10. Diagrama de barras. Pregunta 9.....	38
Gráfico 11. Diagrama circular. Pregunta 10	39
Gráfico 12. Diagrama lineal. Pregunta 11	40
Gráfico 13. Diagrama lineal. Pregunta 12	41
Gráfico 14. Diagrama de barras. Pregunta 13.....	42
Gráfico 15. Tipos de instrumentos de cuerda.....	135
Gráfico 16. Tipos de instrumentos de viento	136
Gráfico 17. Instrumentos de percusión.....	139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de preguntas.....	29
Tabla 2. Parámetro, frecuencia porcentaje. Pregunta 1	30
Tabla 3. Parámetro, frecuencia y porcentaje. Pregunta 2	31
Tabla 4. Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 3.....	32
Tabla 5. Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 4.....	33
Tabla 6. Parámetro, frecuencia y porcentaje. Pregunta 5	34
Tabla 7. Parámetro, porcentaje. Pregunta 6	35
Tabla 8. Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 7.....	36
Tabla 9. Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 8.....	37
Tabla 10. Parámetro, porcentaje. Pregunta 9	38
Tabla 11. Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 10	39
Tabla 12. Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 11	40
Tabla 13. Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 12	41
Tabla 14. Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 13.....	42
Tabla 15. Permitividades eléctricas relativas	90
Tabla 16. Notas y frecuencias musicales	134



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Byron Joel Argudo Matute en calidad de autor/a y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación “Elaboración de recursos didácticos para la enseñanza de electricidad, ondas y calor”, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 10 de Junio de 2019

Byron Joel Argudo Matute

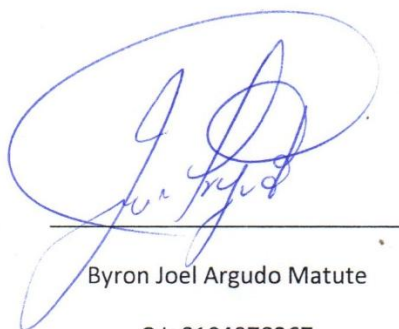
C.I: 0104978267



Cláusula de Propiedad Intelectual

Byron Joel Argudo Matute autor del trabajo de titulación “Elaboración de recursos didácticos para la enseñanza de electricidad, ondas y calor”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 10 de Junio de 2019



Byron Joel Argudo Matute

C.I: 0104978267



DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico con mucho cariño a mí mamá, quien siempre me apoyado construir mis sueños, siendo el principal soporte de mi vida profesional, implanto en mí los criterios de responsabilidad, superación y lucha constante. Con su firme accionar y con sus virtudes, es el espejo del cual me quiero mirar, cada día con su ejemplo me llevan a admirarla más.

A mis hermanos Taty, Mary, Daniel, por su presencia y compañía incondicional en todo este trayecto, por aportar cosas buenas a mi vida y gratos momentos de felicidad, sé que siempre tendré su hombro para descansar.

A Juan Gabriel y Juanito quienes engrandecen esta familia con sus manifestaciones de afecto, cariño y confianza, motivándome a superar cada dificultad.

Para mi padre, si bien han pasado años desde tu partida, el siempre estará presente, desde el cielo me mira y cuida cada instante.



AGRADECIMIENTOS

El camino fue muy largo, más que el que esperaba y al fin lo he logrado. Un enorme agradecimiento a todas aquellas personas que directa e indirectamente compartieron conmigo.

A mi universidad que me acogió y brindó las bases necesarias para poder desempeñarme en el ámbito laboral, dándome la oportunidad de acceder a un conocimiento cada vez más significativo y constructivo.

Muchas gracias a mis docentes y compañeros, cada experiencia compartida, saber aprendido perdurará conmigo, no olvidaré jamás los momentos compartidos y las particularidades de cada uno de ustedes, más allá de formarme como un buen profesional, me hicieron mejor ser humano.

Gracias infinitas al Dr. Santiago Avecillas por la paciencia, experiencia y comentarios críticos. Su rectitud y labor docente me encaminaron a la consecución de este objetivo. El trabajo ha sido arduo, pero con su apoyo fue muy llevadero. Gracias por la formación en valores como docente, llevare siempre con orgullo el estandarte de haber sido su estudiante.

Espero que esta tesis perdure con el tiempo y aporte sustancialmente hacia las generaciones que están por llegar. Agradezco enormemente a cada persona que se dio el tiempo de revisarla y permitir que mis investigaciones, experiencias y conocimientos sean parte de ustedes.



INTRODUCCIÓN

Uno de los aspectos fundamentales para mejorar la calidad de la educación científica tiene que ver con la formación de los futuros docentes especialistas en diferentes áreas del conocimiento. Es así que dentro de las aulas universitarias se debe contar y mantener el instrumental que promueva el mejoramiento de la calidad de la educación científica, más aún en la asignatura de física, en donde la falta de creatividad y las tendencias tradicionales está condicionando el logro de un aprendizaje eficiente y eficaz.

Es necesario que las prácticas docentes posibiliten al estudiantado comprender el indudable carácter crítico de la física, el cual nos permite cuestionar y comprender la realidad natural que nos rodea. En este sentido, la correcta interpretación y redescubrimiento depende en gran medida del uso correcto y adecuado de instrumentos y materiales, los cuales al estar inmersos en un proceso dinámico en donde los conceptos, modelos y teorías científicas que lo constituyen, sufren cambios adaptables a cada época. Estos materiales didácticos, específicamente las maquetas, permiten abordar una realidad más tangible, logrando comunicar una idea de forma más coherente y entendible.

La carrera de matemáticas y física, en su labor de formar docente competentes, cuenta con un laboratorio de física en donde se demuestran y redescubren leyes físicas mediante procedimientos experimentales apoyados en una gran variedad de instrumental que permite abordar los contenidos de electricidad, ondas y electromagnetismo. La utilización y desempeño de los mismos deben estar encaminados fundamentalmente a la formación docente en competencias de pensamiento científico. A la vez, los mismos deben ser innovados, adaptándose a las nuevas perspectivas docentes, sujetos a los cambios propuestos en la educación superior.



CAPÍTULO 1

1.1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

1.1.1 Teorías psicológicas del aprendizaje:

En el quehacer educativo el docente dirige el proceso de enseñanza según el tipo de aprendizaje que desea alcanzar en los estudiantes y en línea con un modelo pedagógico escogido y determinado por los objetivos y principios que cada asignatura persigue. Lo que se busca es que el estudiante alcance un desarrollo cognitivo óptimo mediante el análisis de los procesos internos que ocurren al adquirir alguna destreza motora o habilidad intelectual. Aprender implica construir y modificar nuestro conocimiento, así como nuestras habilidades, estrategias, creencias, actitudes y conductas. “Las personas aprenden habilidades cognoscitivas, lingüísticas, motoras y sociales, las cuales pueden adoptar muchas formas” (Dale, 2012). Ante esto, históricamente han surgido diversas teorías, las cuales envueltas en un contexto histórico se han direccionado a la práctica educativa.

- **Conductismo**

Esta tendencia, iniciada con Ivan Pavlov y Edward Thorndike y apoyada en experimentos con animales, manifiesta que “el tipo fundamental de aprendizaje implica la formación de asociaciones (conexiones) entre las experiencias sensoriales (percepciones de estímulos o eventos) y los impulsos nerviosos (respuestas) que se manifiestan en una conducta. Thorndike creía que el aprendizaje suele ocurrir por ensayo y error (seleccionando y conectando)” (Dale, 2012). La base de estos postulados se encontraba en el condicionamiento clásico y operante, respectivamente, compartiendo el principio de que el aprendizaje del sujeto se logra mediante mecanismos de estímulos y respuestas observables. Las ideas de Pavlov adquiridas y desarrolladas por John Watson que las aplica en seres humanos quita todo carácter subjetivo al



comportamiento de estos. Para él *la psicología no necesitaba de la introspección ni de la conciencia, ni del alma ni de la mente, del mismo modo como la física o la química no la necesitan* (Ardilla, 2013), sino que el objeto de estudio de la misma debe ser el análisis experimental del comportamiento de los individuos y el aprendizaje a lo largo de su vida se dará mediante las relaciones de estímulo y respuesta reflejados en su conducta sin consideraciones de talentos o habilidades. En el mismo sentido (Torreteras) mantiene que “el conductismo establece un aprendizaje basado en repetir acciones y asimilar las respuestas a esas acciones”. Todos estos enfatizan que el aprendizaje se realiza mediante la asociación entre estímulos y respuestas, pero no considera si estas respuestas obtenidas están acordes al contexto y en vinculación con cada uno de los elementos que los rodean.

En lo educativo el gran aporte de la psicología conductual en la educación es su estricto carácter comportamental que permite analizar y predecir escenarios futuros del accionar estudiantil, ya que tanto el comportamiento animal como humano puede controlarse con precisión basándose en un plan organizado y sistemático a cumplirse a cabalidad para obtener los resultados esperados, generando lo que algunos autores conocen como una enseñanza programada basada en los principios del condicionamiento operante para que el estudiante adquiriera conocimientos según su ritmo de aprendizaje, pero enmarcado siempre en pequeños cuadros de logros de aprendizaje que conllevan a desarrollar una conducta final. Su principal defensor fue Frederick Skinner, quien aplicó un método científico para estudiar el comportamiento centrándose en el estudio de la asociación entre conducta y consecuencias estableciendo que para que una conducta se repita, la misma debe alcanzar un grado de éxito deseado. “Skinner impulsó este instrumento como una solución a las críticas de la enseñanza tradicional de las aulas señalando tres características principales; el reforzamiento que proporciona una retroalimentación (feedback) inmediata a todas las



respuestas; el ritmo de aprendizaje lo establece el propio alumno y el nivel de dificultad gradual y progresivo” (Baldor, 2018)

Según todo esto, el conductismo limita el aprendizaje a la asociación y reflejo mediante la observación de la conducta humana observable, descartando los procesos mentales que producen dichas conductas, centrado en el refuerzo de destrezas básicas repitiéndolas hasta su alcance óptimo. Es decir se prioriza lo que el estudiante haga visualmente y si cumple o no los estándares establecidos. La evaluación se basa en la respuesta pasiva del sujeto de una forma mecánica, sin importar la interiorización de contenidos en el cumplimiento de la actividad, secundando los esquemas cognitivos, convirtiéndose únicamente en un instrumento de aprobación deshumanizado que califica respuestas.

- **Cognitivismo**

Esta teoría pretende revalorizar la actividad mental que dirige cierto comportamiento, centrándose en los procesos mentales que realizan los individuos al encontrarse ante una circunstancia conllevando a su actuar. Esta es entendida como una “corriente psicológica que analiza científicamente los procesos y estructuras mentales con el fin de comprender el comportamiento humano y la forma en que la mente procesa la información que percibe; el sistema cognitivo es interactivo de modo que existe una dependencia funcional de todos los componentes del sistema que son el lenguaje, la memoria y el razonamiento entre otros que recibimos a través de los sentidos o bien construimos con nuestros esquemas ya establecidos” (Universidad Interamericana para el desarrollo, 2014) . Considera al sujeto como un todo integral, cuyos procedimientos están condicionados por sus estructuras mentales y el proceso de la información que cada persona realiza. “El ser humano es considerado como un procesador activo de los estímulos” (Arancibia, Herrera, & K, 1999)



Albert Bandura plantea que los seres humanos aprenden cosas o adquieren nuevas conductas mediante la observación de las personas, mediante la imitación. Estos adquieren lenguaje, conocimientos, habilidades de su medio social, tomando como modelos el comportamiento de las personas que lo rodean y observa. “El desarrollo humano explicado a través del aprendizaje es visto como un proceso de adquisición de conocimientos y su correspondiente procesamiento cognitivo de la información, gracias a las actuaciones psicomotoras ejecutadas en una situación específica por el observador” (Vielma Vielma, 2000). El modelado real y simbólico dará las pautas para que el sujeto comprenda y se adapte a su entorno, activando sus estructuras mentales ocultas propias generando una autosuficiencia en la acción y una identificación en su contexto. Ya en el ámbito educativo, esta perspectiva permite que el estudiante para adquirir una destreza se base en un modelo visible que lo lleve a realizar tal y como el resto de su grupo lo realiza. Si bien disminuye la influencia del conductismo al considerar los procesos ocultos que realiza el estudiante, sigue realizando los mismos procedimientos sin ninguna variación en su ejecución, siendo estrictamente de carácter instruccional por el docente.

- **Constructivismo**

En contraposición con el conductismo y en parcial acuerdo con las teorías cognitivas, surge el constructivismo, el cual definido de una manera simple se trata de una teoría de aprendizaje basada en que es el propio sujeto quien debe construir su propio aprendizaje a través de los conocimientos previos que posee. Si bien el término resalta de ambigüedad, pues cada estudiante tiene sus propios intereses y es muy difícil que una teoría la responda por sí sola a los mismos, su fundamento radicaliza en la sencillez de su concepto, el de agrupar individuos libres con intereses y expectativas comunes que indaguen e investiguen por sí mismos y adquieran conocimientos con facilidad sin ser forzados, ya que los contenidos estarán en empatía con lo que quiere y necesita el sujeto. (Urgilés Campos, 2014), establece cómo un “modelo está alimentado



por los intereses o necesidades naturales de los alumnos: estimula la libre expresión de las ideas, el saber ser, el descubrimiento o investigación autónoma, los tanteos y los errores. Importa que ellos miren, comparen, razonen, seleccionen, inventen, guarden en su memoria y lo transfieran o apliquen”. Este punto no se contradice con los principales defensores Piaget y Vygotsky, quienes realzan su posición de una manera diferente, pero teniendo en común una perspectiva constructivista. El primero de estos, siendo uno de los autores más representativos de la psicología en el siglo XX con su psicología educativa, mantiene que el sujeto adquiere gradualmente estados de conocimiento de menor validez a estados de conocimiento de mayor validez, modificando su estructura de pensamiento cada vez más complejas que le permiten al sujeto adaptarse a su realidad existente. Intenta explicar el pensamiento del adulto utilizando como instrumento el niño y sus interacciones en cada etapa de desarrollo. Para Piaget, como se cita en (Araya, Alfaro, & Andonegui, 2007), “El individuo al actuar sobre la realidad va construyendo las propiedades de ésta, al mismo tiempo que estructura su propia mente”. El niño construye sus conocimientos personales, sociales y materiales en base a las interacciones con su entorno, las cuales le permiten una auto comprensión de sí mismo y del mundo que le rodea. “El conocimiento es una construcción del ser humano: cada persona percibe la realidad, la organiza y le da sentido en forma de constructos, gracias a la actividad de su sistema nervioso central, lo que contribuye a la edificación de un todo coherente que da sentido y unicidad a la realidad” (Ortiz Granja, 2015) . En coherencia con esto y reconociendo sus capacidades innatas, la manipulación del sujeto es muy importante, ya que estando en contacto con los objetos se pueden generar todo tipo de circunstancias que lo lleven a conocer, interpretar y dar un significado propio de lo que realiza, asimilando de esta manera el nuevo conocimiento. Sin embargo, una debilidad de esta perspectiva es que la comprensión de la realidad, al fin y al cabo, tiene un carácter interpersonal de auto entendimiento propio, siendo limitada y proclive a la equivocación contextual, generando una percepción equivocada del contexto.



Teniendo en cuenta lo anterior y apoyando a Piaget en el punto de que el aprendizaje del niño debe estar relacionado con su estado de desarrollo, considerando que debe cumplir ciertas etapas de madurez para aprender contenidos más complejos, surge la figura de Vygotsky dándole un carácter social-cultural, “[...] la educación implica el desarrollo potencial del sujeto, y la expresión y el crecimiento de la cultura humana” (Chaves Salas, 2001), en el cual el conocimiento se adquiere mediante la interacción con otras personas de forma intencional y en un ambiente estructurado para dicho fin. “[...] el aprendizaje es el resultado de la interacción del individuo con el medio. Cada persona adquiere la clara conciencia de quién es y aprende el uso de símbolos que contribuyen al desarrollo de un pensamiento cada vez más complejo, en la sociedad de la que forma parte” (Ortiz Granja, 2015). A la vez se establece la zona de desarrollo próximo la cual considera lo que se ubica entre lo que el individuo puede aprender por sí mismo y lo que puede aprender con alguien que domina el tema; es en esta zona en donde el estudiante utiliza los conocimientos conocidos para aprender nuevas habilidades.

Ya en la educación, el término constructivismo se encuentra viciado, reduciéndose a la concepción de libertad absoluta del estudiante, en el cual el docente solo es el encargado de brindar el material para trabajar una determinada situación para que el estudiante bajo su ritmo establezca sus conclusiones. Cuando en realidad el término vincula un intercambio de saberes y conocimientos entre docente y estudiante para determinar falencias, sintetizar conocimientos y potenciar habilidades comunes que, apoyados en material concreto, permitan comprender y revisar los contenidos correctamente, convirtiendo el aprendizaje en un proceso bidireccional. Ante eso la ciencia es preponderante, como lo menciona Segal citado en (Ortiz Granja, 2015) “La ciencia no descubre realidades ya hechas sino que construye, crea e inventa escenarios: de esta forma intenta dar sentido a lo que ocurre en el mundo, en la sociedad, en las personas” despertando habilidad y destrezas en el sujeto para adaptarse eficazmente a su entorno.



1.1.2 Dificultades en la enseñanza de la Física.

Una de las tendencias más visibles que limitan el aprendizaje de los estudiantes radica en la poca o mínima conexión contextual que los estudiantes dan a lo que aprenden. Para ellos los contenidos carecen de sentido, considerando a cada disciplina como algo irrelevante y superficial, desapegado de su contexto, siendo incompatible con el objeto que persiguen las mismas y el modo en el que los seres humanos la contemplamos. Las asignaturas científicas en la actualidad son vistas como una materia que solo se puede desarrollar de una manera mecánica, sin dar oportunidad al estudiante de utilizar su flexibilidad, su originalidad y poder de su imaginación para construir sus conocimientos y pueda lograr una competencia para la vida cotidiana. El estudiante las visualiza únicamente como algo lógico, exacto, cierto, preciso y demostrable; no se fomenta una enseñanza innovadora, con método de aprendizaje, utilizando la manipulación y la experimentación del educando. Cuando el estudiante no entiende los conocimientos, no aprende a pensar, sino solo memoriza, solo recuerda y no logra asimilar los contenidos, sin poder lograr el desarrollo de las capacidades y competencias. A la vez, los docentes engrandecen el problema debido a la forma tradicional y aburrida de enseñar las clases, convirtiendo las aulas en un lugar que no logra cumplir sus propósitos. “El aula no es solo las cuatro paredes de la escuela o la universidad, sino toda una comunidad, en donde los educandos realmente puedan vivir las experiencias significativas que requieran para lograr las competencias” (Santiváñez, 146). Es decir, el aula es un micro-espacio de aprendizaje, en donde se priorice la innovación, utilizando métodos creativos para una enseñanza íntegra, acorde a la realidad del estudiante, en donde como política se implementen estrategias creativas específicas para desarrollar un aprendizaje basado en la curiosidad, admiración del porqué de las cosas. Debe surgir la crítica, la investigación, el querer saber más por parte del aprendiz, donde logre aprender haciendo. El ser creativos ayudará a generar nuevos cambios de la realidad en que está involucrado el estudiante. Una estrategia creativa abarca una actividad



grupal, una dinámica, un instrumento, creando una forma diferente de enseñar los contenidos, interactuando el docente-educando en la construcción de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales. “Por, ello, los aprendizajes más significativos deben ser propiciados por los docentes mediante la creación de situaciones de aprendizaje donde el educando se sienta interesado y curioso por descubrir con espontaneidad y placer”. (Santibáñez, 144).

1.1.3 Los materiales didácticos como herramienta de apoyo al docente.

Al enseñar cierta asignatura el docente, directa o indirectamente, influencia sobre el educando, pues “la enseñanza es una actividad intencional, y esa intencionalidad consiste en el ejercicio deliberado de influencia sobre aquellos a los que se enseña; una influencia que se traduce en proponer –cuando no imponer– significados sobre la realidad, a través del conocimiento y las formas en que éste se hace accesible a los estudiantes y de las relaciones pedagógicas que para su adquisición se establecen” (Blanco, 1994). En tal sentido (Petrosino, 2013) manifiesta que las metas educativas que persiguen diferentes áreas se identifican en dos tipos de enseñanza: la enseñanza pragmática y epistémica; la primera de carácter instrumental, que pretende que quien aprende pueda resolver de forma eficiente tareas relacionadas con cálculos matemáticos. Por otra parte la enseñanza epistémica manifiesta su principio rector en desarrollar cognitivamente al sujeto, utilizando su pensamiento crítico más allá de la memorización de algoritmos.

En común acuerdo con ambas concepciones, una de las formas más viables que aparecen en el horizonte es el uso de materiales e instrumentos concretos que promuevan una reflexión significativa en los sujetos a los que se enseña, brindando mayor relevancia a la intencionalidad de la enseñanza.



Específicamente no existe una definición única acerca de un material didáctico. Para (Guerrero, 2009) es cualquier elemento que, en un contexto educativo determinado, es utilizado con una finalidad didáctica o para facilitar el desarrollo de las actividades formativas. En la misma línea se “entiende por material didáctico al conjunto de medios materiales que intervienen y facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos materiales pueden ser tanto físicos como virtuales; asumen como condición, despertar el interés de los estudiantes, adecuarse a las características físicas y psíquicas de los mismos, además que facilitan la actividad docente al servir de guía; asimismo, tienen la gran virtud de adecuarse a cualquier tipo de contenido” (Pablo, 2012). En la enseñanza es incuestionable la utilización de los materiales didácticos ya que apoyan a la labor docente, proporcionándole al maestro herramientas que faciliten y promuevan respuestas significativas por parte de los estudiantes, despertando un alto interés en los mismos mediante una práctica real manipulativa basada en la experiencia. El uso de estos elementos cubre amplias posibilidades dentro del aula; apoya una exposición, demuestra un experimento, modela un ejercicio específico, fomenta la motivación. Además, induce al docente a buscar y elaborar nuevos caminos de comunicación e instrucción, fomentando la investigación y creatividad en un proceso de redescubrimiento constante. “El profesor puede ser el agente mediante el cual la escuela toma en cuenta la realidad de los alumnos y se adapta a su diversidad; pero también el agente mediante el cual el alumno va a superar sus dificultades personales para ser capaz de apropiarse de lo que la escuela puede aportarle” (Soussan, 2003). Es quien elegirá con habilidad los materiales y recursos que permitan desarrollar con facilidad y sencillez su clase. La elección de un correcto recurso, además de su importancia didáctica, tiene una repercusión directa en la relación docente y estudiante, llevando al segundo a investigar, descubrir y actuar en una realidad más tangible para él.

Según el tipo de material utilizado las ventajas que brinda el mismo coinciden en que:

- Promueve un aprendizaje contextual.
- Fortalece la relación docente-estudiante.
- Desarrolla una enseñanza activa y participativa.
- Mejora la calidad docente fomentando la creatividad e investigación.

1.1.4 Tipos de materiales educativos

- **Materiales auditivos.**

Este tipo de materiales registra sonidos en un diseño fonográfico o cinta magnetofónica.¹ Fomenta la imaginación reconstruyendo imágenes que fueron escuchadas previamente, además de mejorar la concentración y discriminación de sonidos, funcionando como una herramienta eficaz para el aprendizaje de información verbal llevando al salón de clases información, música, voces. Además el estudiante controla su ritmo de instrucción al poder repetir las veces que sea necesario la grabación.



Ilustración 1. Dispositivo de audio

¹. ACÚS. *adj.* Díc. del aparato llamado magnetófono y de la cinta, etc., que en él se emplea o con la que se graba

- **Materiales de imagen fija**

Se refiere a imágenes estáticas que carecen de movimiento con facilidad de proyectarse a una pantalla. Facilita la observación de imágenes, ya sean fotografías o videos editables. El uso de imágenes o dibujos permite mostrar escenarios y situaciones al mismo tiempo que acentúa los contenidos.



Ilustración 2 . Proyector BenQ

- **Materiales impresos**

Estos materiales fomentan la indagación y recopilación de información a la vez que son fuentes perdurables de consulta y de enriquecimiento de vocabulario. Además desarrollan la capacidad de síntesis de los estudiantes al registrar sus ideas. Entre los ejemplo más comunes están los libros de texto, de lectura, de consulta (diccionarios, enciclopedias), folletos, revistas, boletines, guía, etc.

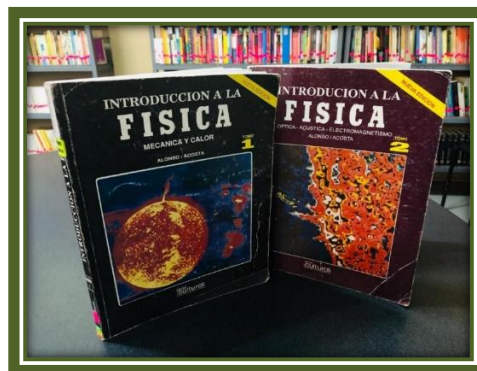


Ilustración 3. Libros introductorios de Física

- **Materiales tipo-maqueta**

Son representaciones físicas a escala en tres dimensiones de determinadas situaciones, que permiten la comprensión de la realidad mediante la identificación de características y elementos mediante la observación y tacto.



Ilustración 4. Maqueta ilustrativa de las Leyes de Newton

- **Materiales electrónicos**

Combina diferentes tipos de materiales, brindando una amplia alternativa para preparación de clases. Permite una atención durante mayor tiempo, ya que logra que el estudiante interactúe con el instrumento, brindando respuestas ante estímulos previstos que será retroalimentado inmediatamente en forma de respuestas. A la vez, registra la información individual de los estudiantes permitiendo realizar un seguimiento idóneo. En este tipo de materiales se encuentra principalmente el computador en sus partes, el hardware y software.

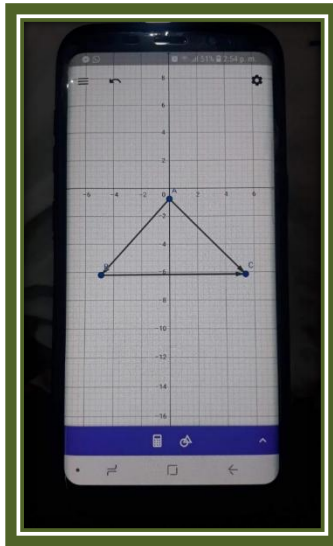


Ilustración 5. Tablet ejecutando el software Geogebra



CAPÍTULO 2

2.1 FUNDAMENTACIÓN ESTADÍSTICA

La presente investigación pretende conocer la utilización de material didáctico por parte del docente al impartir la asignatura. Además saber si el laboratorio cuenta con el material suficiente para la enseñanza de la misma y el impacto que tendrá la implementación de material didáctico para la enseñanza de electricidad y ondas.

2.1.1 Tipo de investigación

Se basará en un estudio descriptivo para conocer el material disponible en la enseñanza de la asignatura. Además teniendo como método general la recolección de datos destacando las características de la situación, para el diseño y elaboración de una propuesta que soluciones el problema que se investiga.

2.1.2 Técnica e instrumento.

Para la obtención de la información se procedió a realizar una encuesta a los estudiantes de la carrera, la misma que se estructuró en 13 preguntas, las cuales llevaron a evidenciar la problemática de implementación de material didáctico para abordar los temas de electricidad y ondas.

2.1.3 Población y muestra

En el presente proyecto la población considerada fue de 48 personas que comprenden a los estudiantes que cursan el sexto y octavo ciclos de la carrera de Matemáticas y Física del periodo Agosto 2018– Febrero 2019, quienes cursan o aprobaron la carrera respectivamente.

2.1.4 Descripción de la encuesta

La encuesta está estructurada con 13 preguntas cerradas planteadas de una manera clara a los estudiantes; seis de ellas son dicotómicas, representando el 46 % de la encuesta. Además la encuesta contiene tres preguntas de elección única-politómicas, siendo el 23% del total de preguntas. Se completa la encuesta con una pregunta de elección múltiple y tres de escala numérica, constituyendo el 8 % y 23 %, respectivamente.

Tabla 1. *Tipos de preguntas.*

Tipo de pregunta	Cantidad	Porcentaje
Dicotómicas	6	46%
Politómicas	3	23%
Elección múltiple	1	8%
Escala numérica	3	23%
Total	13	100%

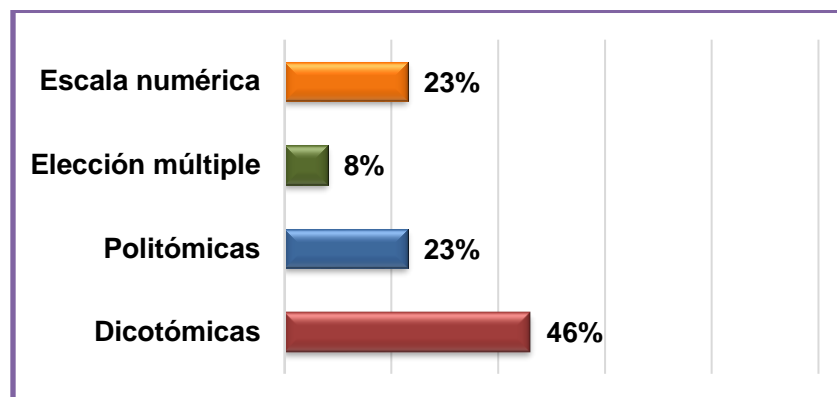


Gráfico 1. Diagrama de barras tipos de preguntas

En base a lo anterior, las preguntas de escala numérica buscan reconocer el grado de conocimiento de la asignatura, e importancia de los recursos didácticos; por su parte, la pregunta de elección múltiple reconoce la influencia de las maquetas dentro del

proceso de enseñanza. En este mismo sentido, las preguntas politómicas, presentando varias alternativas para que el encuestado escoja la más conveniente, determinan la complejidad de la asignatura y el estado de funcionalidad del instrumental de laboratorio; mientras que las preguntas dicotómicas, en donde el encuestado entre dos opciones de respuesta seleccionan la adecuada, están dirigidas a recabar información del material didáctico como complemento en el aprendizaje. Todas en conjunto motivan la presente propuesta dirigida a potenciar y mejorar el accionar docente apoyándose en material didáctico.

2.1.5 Análisis de encuesta

La encuesta ha sido analizada pregunta a pregunta obteniendo los siguientes resultados:

1. Según su perspectiva, ¿cuál es el nivel de complejidad de la asignatura de Electricidad, Ondas y Calor?

Tabla 2. Parámetro, frecuencia porcentaje. Pregunta 1

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Alto	23	48%
Medio	24	50%
Bajo	1	2%
Total	48	100%

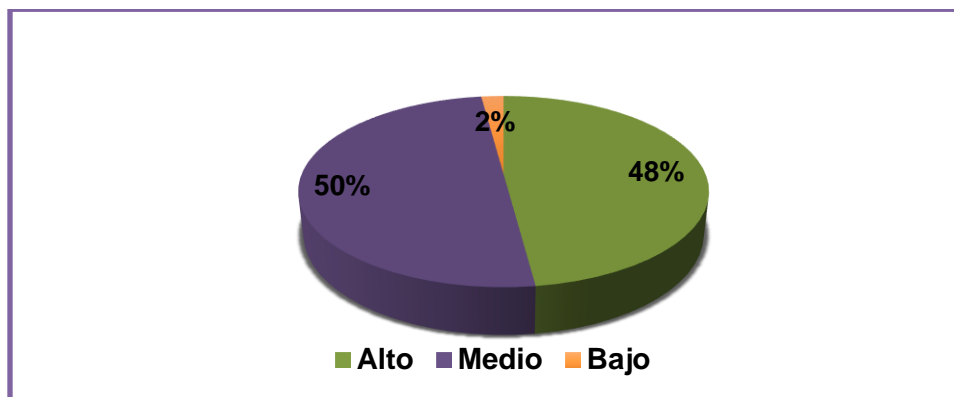


Gráfico 2. Diagrama circular. Pregunta 1

El 50 % de la población considera el nivel de complejidad de la asignatura en un nivel medio, esto no resulta una mayoría absoluta ya que un 48% de los encuestados manifiesta que el nivel es alto, frente a un 2% que lo considera bajo.

2. En una escala del 1 al 5, indique el grado de conocimiento que posee sobre la asignatura de Electricidad, Ondas y Calor, siendo 5 el valor más alto y 1 el valor más bajo.

Tabla 3. *Parámetro, frecuencia y porcentaje. Pregunta 2*

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
1	1	2%
2	4	8%
3	29	61%
4	14	29%
5	0	0%
Total	48	100%

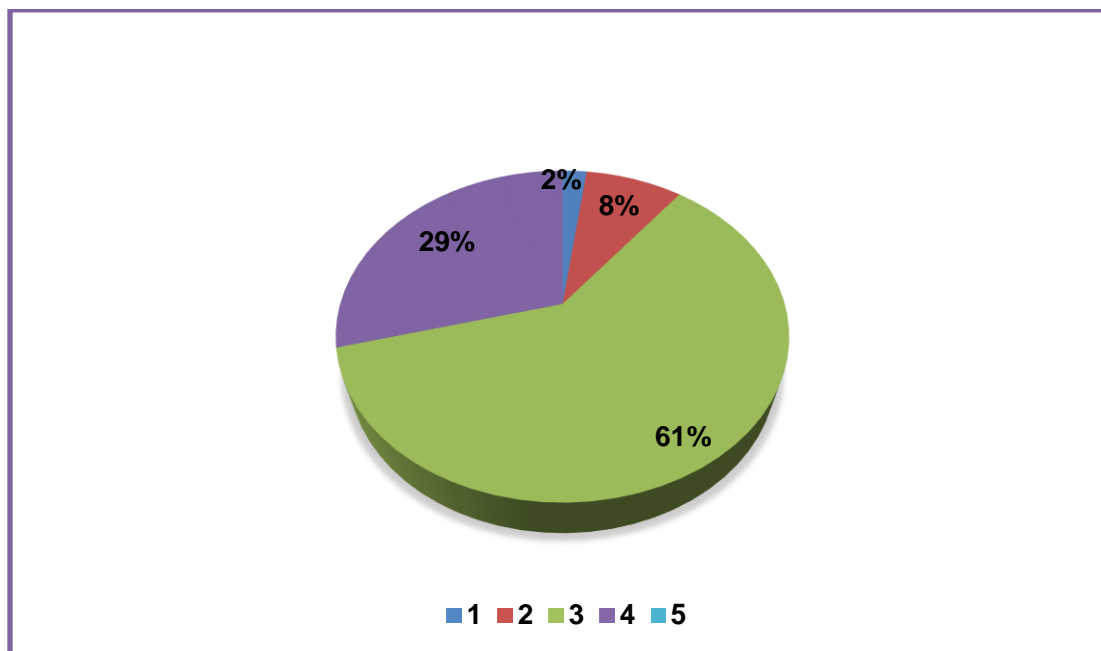


Gráfico 3. Diagrama circular. Pregunta 2

En lo que respecta a esta pregunta, el 61% de los encuestados establecen que su grado de conocimiento se encuentra en un nivel medio, frente a un 29 % que lo ubica en un medio alto. Esto nos indica que los contenidos no han sido consolidados en su totalidad en los estudiantes, ya que además un 8% y 2% de los encuestados lo ubican en un nivel medio bajo y totalmente bajo.

3. Los conceptos de la asignatura de Electricidad, Ondas y Calor le resultan comprensibles y fáciles de entender:

Tabla 4. *Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 3*

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Sí	23	48%
No	25	52%
Total	48	100%

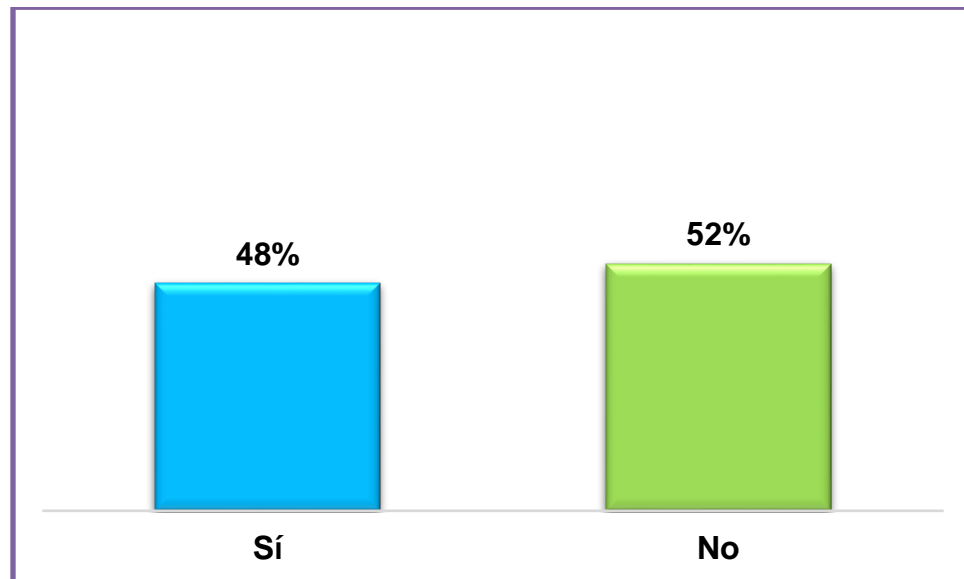


Gráfico 4. Diagrama de barras. Pregunta 3



El 52% de la población nos indica que los resultados no son fáciles de entender en contraposición con el 48% que sí, mostrando que de los encuestados, a más de la mitad les resulto difícil la comprensión de la asignatura.

4. ¿Cree Ud. que la enseñanza de la asignatura de Electricidad, Ondas y Calor se debe dar a través de recursos didácticos?

Tabla 5. *Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 4*

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Sí	47	98%
No	1	2%
Total	48	100%

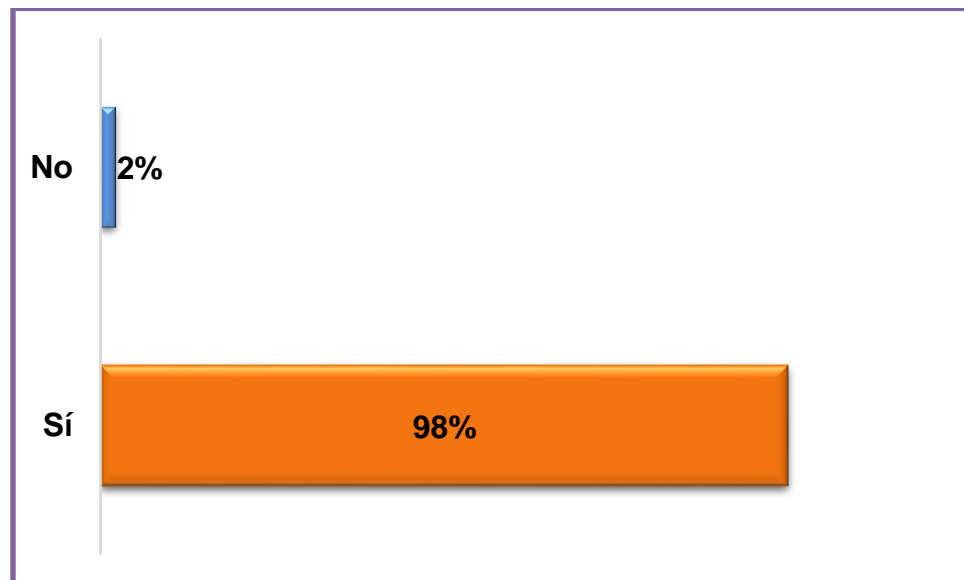


Gráfico 5. Diagrama de barras. Pregunta 4

La gran mayoría de la población, con un 98%, considera que la asignatura debe impartirse mediante recursos didácticos, frente a un 2% que manifiesta lo contrario.

5. ¿Considera Ud. que el uso de recursos didácticos facilitará y ayudará a la enseñanza de la asignatura?

Tabla 6. *Parámetro, frecuencia y porcentaje. Pregunta 5*

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Sí	47	98%
No	1	2%
Total	48	100%

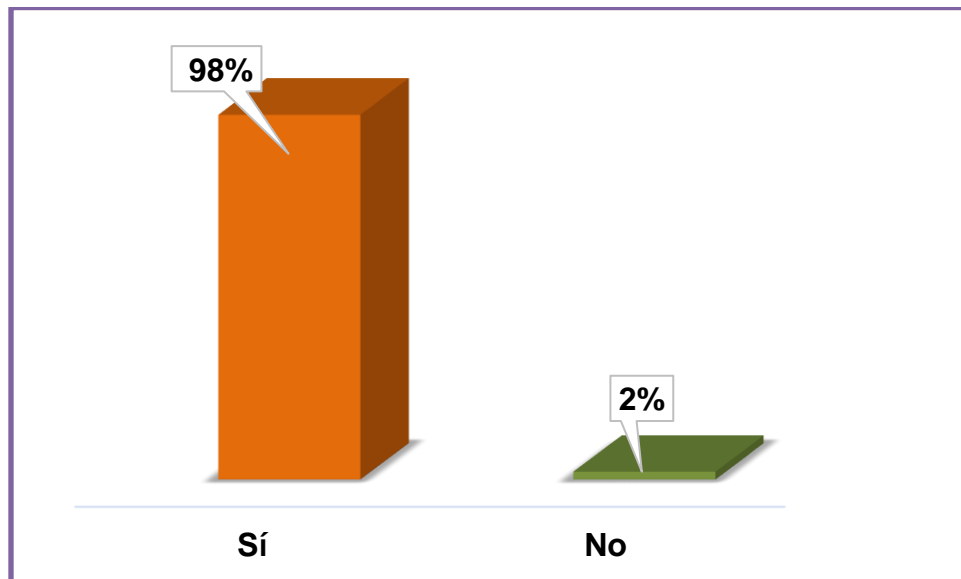


Gráfico 6. Diagrama de barras. Pregunta 5

De los encuestados, el 98% respondió que el uso de recursos didácticos en clases mejorará la enseñanza de temas de Electricidad, Ondas y Calor.



6. Si la respuesta anterior fue afirmativa, señale los aspectos que mejorarían con el uso de maquetas en la enseñanza.

Tabla 7. *Parámetro, porcentaje. Pregunta 6*

Parámetro	Porcentaje
Motiva la curiosidad	23%
Promueve un aprendizaje significativo.	16%
Fomenta la participación estudiantil	10%
Genera interés hacia la asignatura	24%
Mayor comprensión de los conceptos	27%
Total	100%

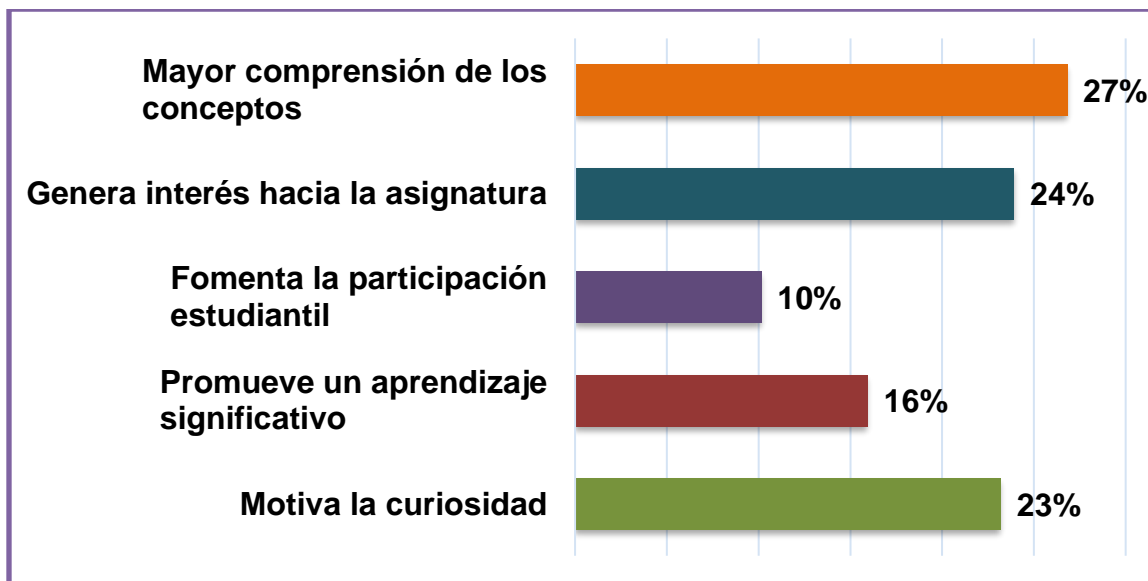


Gráfico 7. Diagrama de barras. Pregunta 6

El 27% manifiesta que el uso de maquetas mejora la comprensión de los conceptos, seguido de un 24% en acuerdo que la asignatura será más interesante. En

un porcentaje parecido, el 23 % de la población considera que las maquetas en la enseñanza motivan la curiosidad, mientras que el 16% responde que las mismas promueven al aprendizaje significativo. Por último, un 10 % de los encuestados señala que existiría mayor participación estudiantil dentro del proceso de enseñanza.

7. Con qué frecuencia el docente utiliza recursos didácticos para impartir la asignatura.

Tabla 8. *Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 7*

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	4	8%
Casi siempre	18	38%
A veces	26	54%
Nunca	0	0%
Total	48	100%

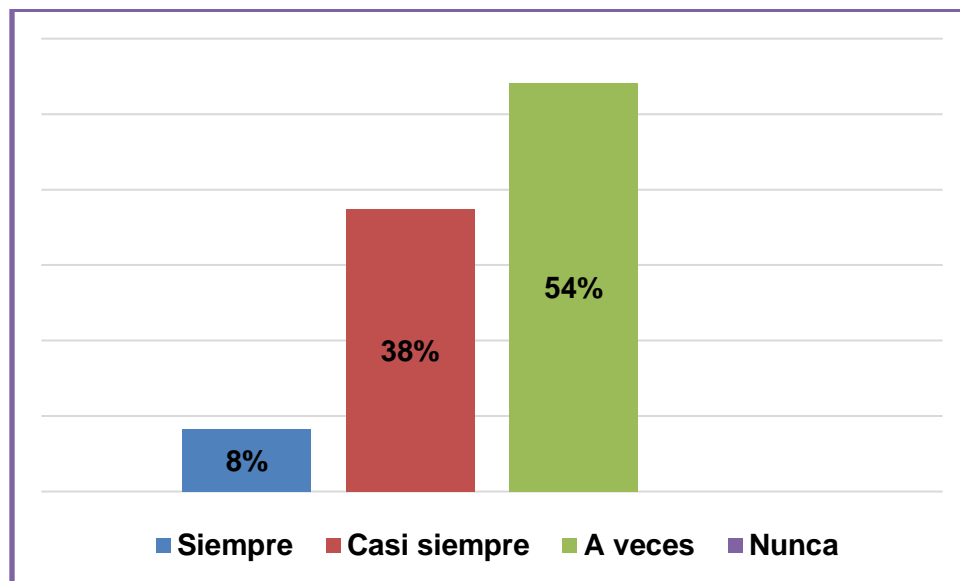


Gráfico 8. Diagrama de barras. Pregunta 7

En cuanto al uso que el docente da al material didáctico existente durante la clase, el 54% de los encuestados manifiestan que a veces el docente utiliza los mismos, frente a un 38% de la población que señala que casi siempre los utiliza al impartir la asignatura. A la vez el 8% considera que las clases son siempre apoyadas con recursos didácticos.

8. Con el fin de complementar su aprendizaje, ¿cree Ud. que es necesario contar con recursos didácticos manipulables que le ayuden a reforzar sus conocimientos?

Tabla 9. *Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 8*

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Sí	48	100%
No	0	0%
Total	48	100%



Gráfico 9. Diagrama circular .Pregunta 8

La mayoría absoluta, con un 100% de la población, están de acuerdo que el laboratorio de física cuenta con recursos didácticos tangibles, como apoyo a los contenidos teóricos.

9. De los siguientes tipos de recursos didácticos, ¿cuáles considera Ud. en orden de importancia los más efectivos en la enseñanza de Electricidad, Ondas y Calor? Utilice la siguiente escala: 4- Muy importante , 3-importante , 2-medianamente importante, 1-poco importante

Tabla 10. *Parámetro, porcentaje. Pregunta 9*

Parámetro	Porcentaje
Textos	25%
Maquetas	26%
Instrumentos de laboratorio	32%
Documentos sito web	17%
Total	100%

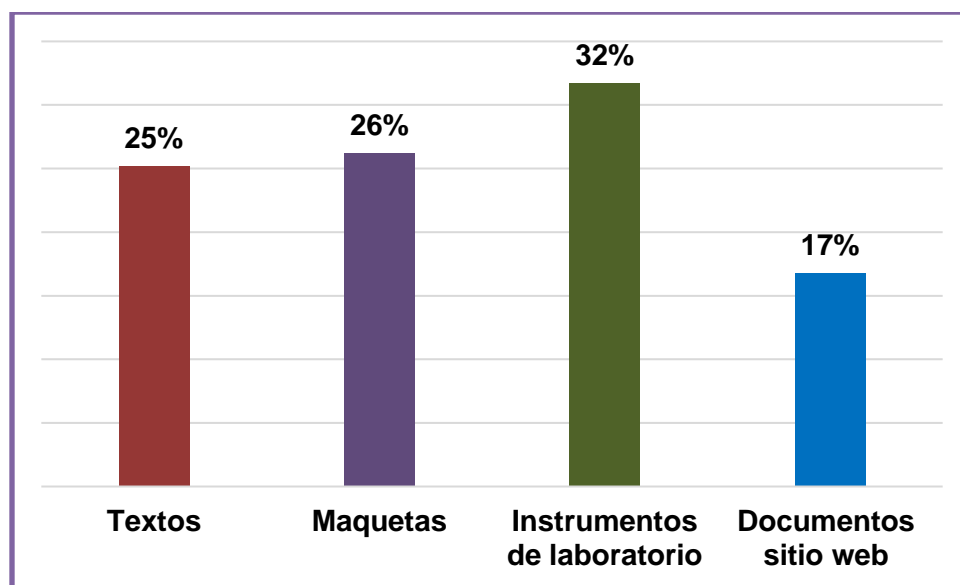


Gráfico 10. Diagrama de barras. Pregunta 9

El instrumental de laboratorio resalta como el más importante en la enseñanza de la asignatura de Electricidad, Ondas y Calor, con un 32%, seguido de las maquetas y textos con un 26% y 25%, respectivamente. El 17% muestra que los documentos de sitios web son de menor importancia a la hora de la enseñanza de los contenidos teóricos.

10. Según su criterio, el material disponible en el laboratorio para abordar temas de Electricidad, Ondas y Calor resulta:

Tabla 11. *Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 10*

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Suficiente	0	0%
Medianamente suficiente	43	90%
Bajo	5	10%
Total	48	100%

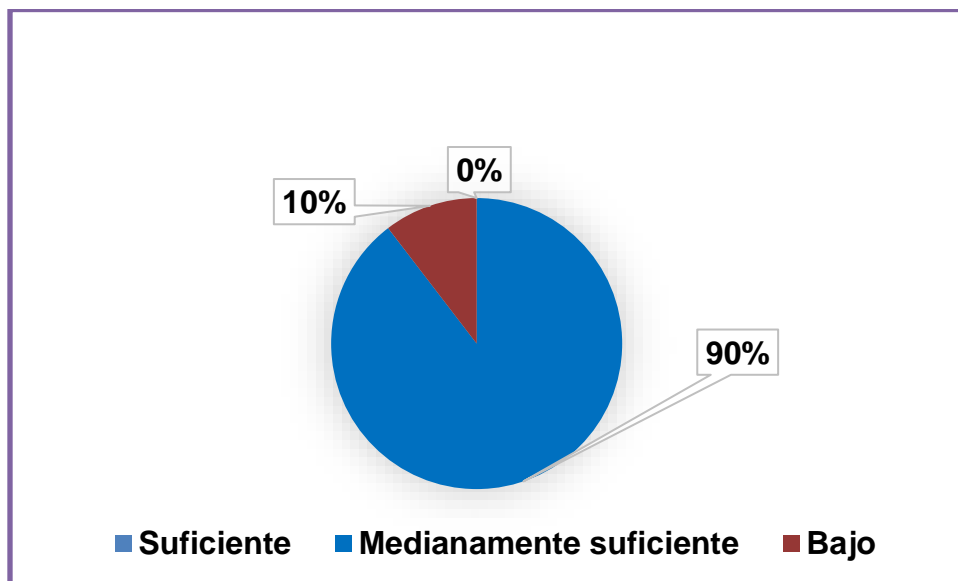


Gráfico 11. Diagrama circular. Pregunta 10

A criterio de los encuestados, el material disponible en el laboratorio para abordar los contenidos de Electricidad, Ondas y Calor le resulta medianamente suficiente, con un 90%, frente a un 10 % de los encuestado que lo considera como bajo para tratar esta temática.

11. El estado físico de los recursos didáctico existentes en el laboratorio es:Tabla 12. *Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 11*

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Óptimo	10	21%
Bueno	38	79%
Malo	0	0%
Total	48	100%

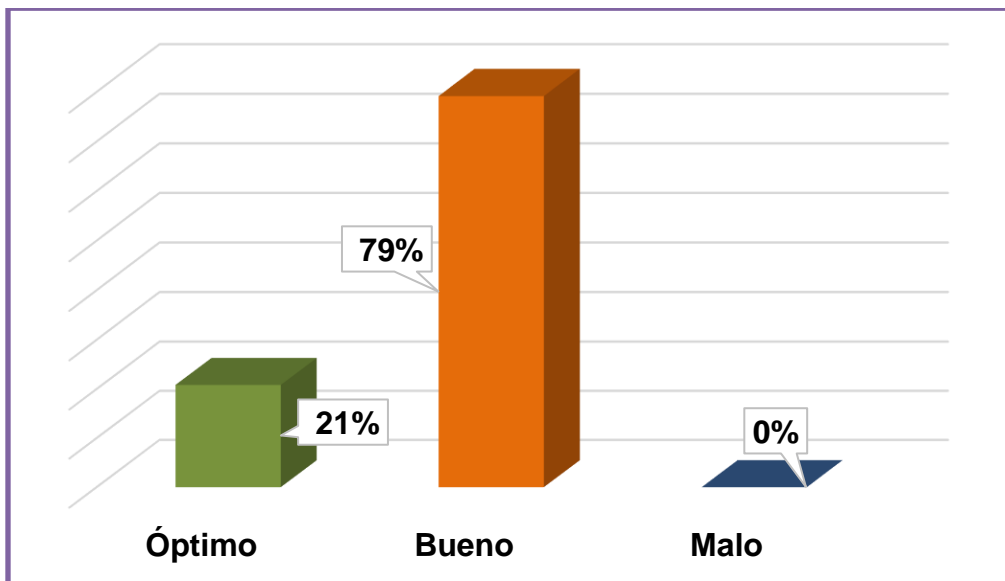


Gráfico 12. Diagrama lineal. Pregunta 11

Al consultar sobre el estado físico de los recursos didácticos del laboratorio, el 79% lo consideran como bueno, frente a un 10 % que lo consideran óptimo.

12. Si el laboratorio de Física contara con recursos didácticos nuevos y llamativos, ¿Ud. los utilizaría?

Tabla 13. *Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 12*

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
Sí	46	96%
No	2	4%
Total	48	100%

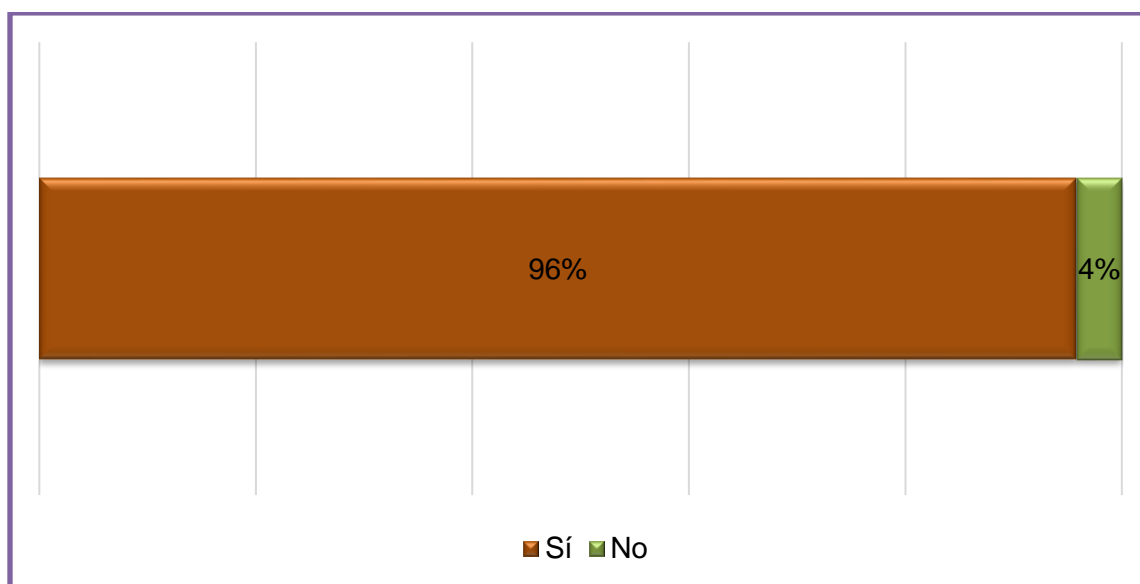


Gráfico 13. Diagrama lineal. Pregunta 12

El 96% de los encuestados utilizaría el material didáctico nuevo en el caso que existiera, llamando la atención el 4% que no le causa interés utilizar los recursos nuevos.

13. Según su criterio, ¿qué nivel de retención y retroalimentación genera el uso de recursos didácticos en la enseñanza de Electricidad, Ondas y Calor? Considere el 5 como el valor más alto y el 1 como el valor más bajo

Tabla 14. *Parámetro, frecuencia, porcentaje. Pregunta 13*

Parámetro	Frecuencia	Porcentaje
1	0	0%
2	0	0%
3	7	15%
4	29	60%
5	12	25%
Total	48	100%

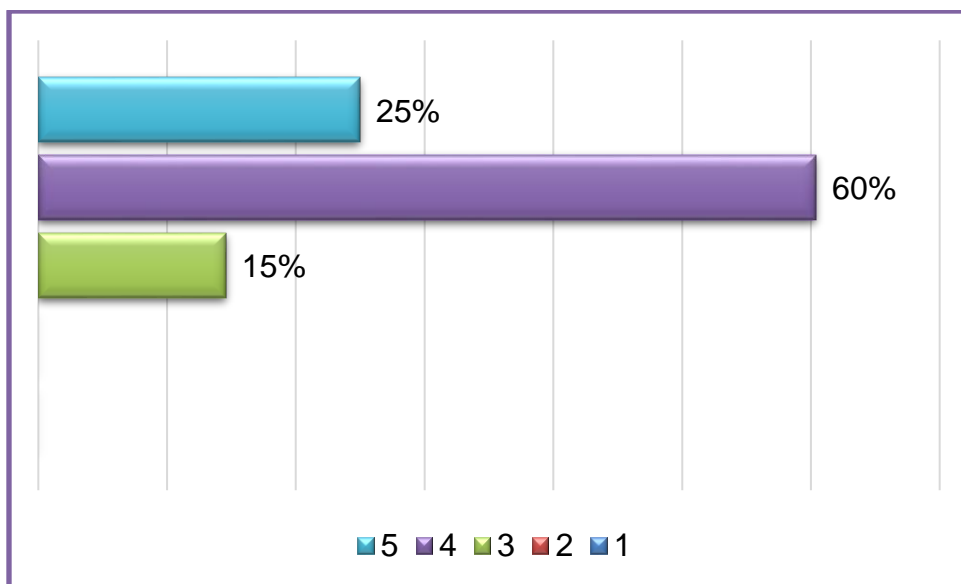


Gráfico 14. Diagrama de barras. Pregunta 13

El 25 % de la población está de acuerdo que el nivel de retroalimentación y retención que aporta el uso de recursos didácticos es alto. Mientras que el 60% de los encuestados los coloca en segundo nivel (medio alto) de aportación. El 15 % respondió que el nivel de retención e influencia en la retroalimentación de este material es medio.



2.1.6 CONCLUSIONES

- La asignatura de Electricidad, Ondas y Calor aún es considerada como compleja, pues los estudiantes no dominan completamente la temática ya que aún sigue estando en un nivel medio-alto la misma luego de haber cursado esta asignatura, debido a su carácter conceptual fuerte y ambiguo, repercutiendo en el dominio y entendimiento de la misma, pues aún los estudiantes no consolidan los contenidos de la asignatura generándose vacíos de aprendizaje en los mismos, pues estos consideran en su mayoría el nivel que poseen como medio y bajo, resultando difícil de entender.
- Los recursos didácticos, en opinión de los estudiantes, son muy necesarios, pues el marco conceptual adquiriría mayor significado, apoyándose en el debido recurso educativo. Si bien se utiliza en el aula el instrumental de laboratorio, resulta importante la utilización de modelos sencillos apoyados en un texto guía que optimicen el tiempo, para que motiven el interés, curiosidad y participación mejorando la comprensión de los contenidos vinculando temáticas conceptuales con prácticas experimentales visualizadas en maquetas.
- Los encuestados manifiestan que el material disponible en el laboratorio es considerado como bueno y medianamente suficiente o insuficiente para abarcar los contenidos de Electricidad, ondas y calor, pues es utilizado con frecuencia. pero aún resulta inconexo con la teoría y ejercicios particulares, por lo que si existieran maquetas y modelos específicos los utilizarían sin dudarlo .pues ayudarán a que la retención de los temas sea efectiva, mejorando el proceso de enseñanza mediante una retroalimentación oportuna que favorezca la toma de decisiones.



CAPÍTULO 3

3.1 PROPUESTA

3.1.1 Estructura de la propuesta

En el presente capítulo se desarrolla la propuesta titulada “Elaboración de Recursos Didácticos para la enseñanza de Electricidad, Ondas y Calor” dirigida, a estudiantes de la carrera de Matemática y Física, enfocada desde una perspectiva constructivista, que vincule el marco teórico de cada tema, con la modelización específica de contenidos, dirigiendo el proceso de enseñanza hacia un aprendizaje significativo.

Esta propuesta desarrolla quince maquetas correspondientes a temáticas de electricidad, ondas y calor, tanto en ejercicios específicos como en temas generales. Las mismas fueron seleccionadas, en conjunto con el docente tutor, como material de complemento y anexo a las prácticas de laboratorio de Física de la carrera de Matemáticas y Física de la Universidad de Cuenca.

El documento cumple la siguiente estructura: 1. Diseño y elaboración del material didáctico utilizando diversos materiales que garanticen la funcionalidad y duración de las maquetas, tales como alambres galvanizados, placas metálicas, madera, etc. 2. Elaboración de la guía de uso que contienen: nombre del recurso educativo; la temática que cubre; la utilización del material utilizado para cada modelo; la respectiva guía para el maestro con su objetivo y marco teórico; ejercicio propuesto desarrollado paso a paso; actividades y ejercicios propuestos. Todo esto con el propósito de que los recursos didácticos sean utilizados de una forma correcta y eficiente. La guía de uso estará relacionada directamente con el texto del docente de cada asignatura.

3.1.2 Propuesta



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE FILOSOFÍA, LETRAS Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

CARRERA DE MATEMÁTICAS Y FÍSICA

GUÍA DE USO

ELABORACIÓN DE RECURSOS DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE ELECTRICIDAD, ONDAS Y CALOR

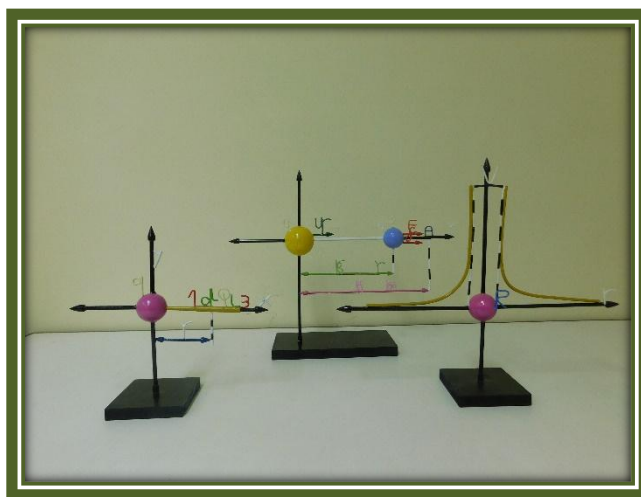


Ilustración 6. Portada de la propuesta didáctica.

BYRON JOEL ARGUDO MATUTE

CUENCA-ECUADOR

2019

NOMBRE DEL RECURSO DIDÁCTICO

Sistema coordenado cartesiano

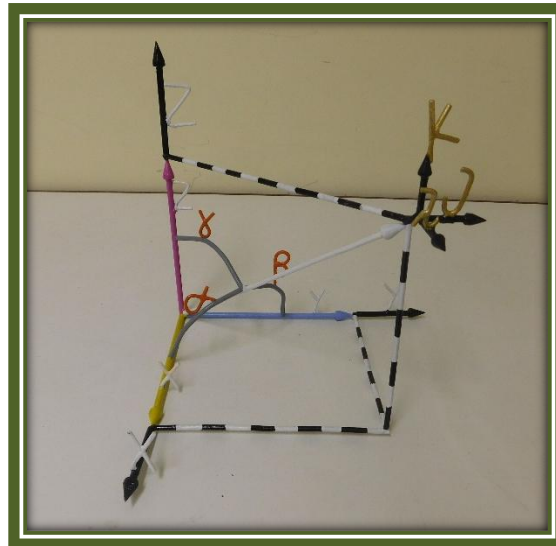


Ilustración 7. Maqueta representativa sistema coordenado cartesiano

TEMÁTICA QUE CUBRE:

- **VARIOS:** Magnitudes vectoriales-Vector posición-vector desplazamiento.

DESCRIPCIÓN

ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Eje X	Alambre Galvanizado		1	Abscisa
Eje Y	Alambre Galvanizado		1	Ordenada
Eje Z	Alambre Galvanizado		1	Coordenada espacial

GUÍA PARA EL MAESTRO

OBJETIVO: Reconocer el sistema de coordenadas cartesianas en tres dimensiones.

PROCEDIMIENTO:

- Presentar el recurso didáctico señalando el origen, los ejes y los cuadrantes.
- Con ayuda de una canica, ubicar un punto en el espacio señalando su posición con respecto a cada eje.
- Utilizar el recurso en los temas de cinemática y dinámica.

MARCO TEÓRICO

El sistema de coordenadas cartesianas en el espacio es aquel que está formado por tres rectas el eje x, eje y, eje z, concurrentes en un punto en común O (origen de coordenadas).

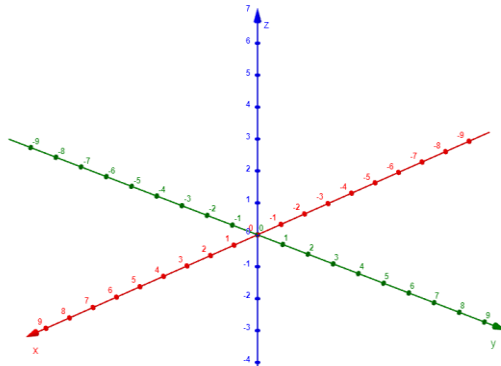


Ilustración 8. Sistema de coordenadas cartesianas en el espacio

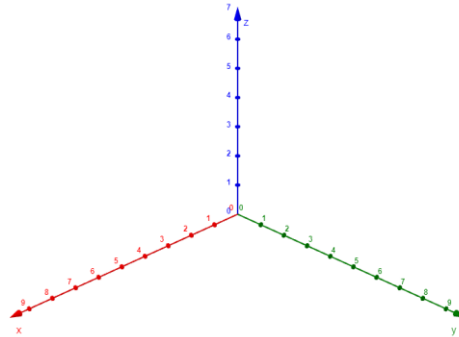


Ilustración 9. Sistema de coordenadas cartesianas dirección positiva

Para determinar la posición de un móvil en el espacio se necesita un sistema de tres coordenadas OX ; OY ; OZ . La posición (P) del móvil queda determinado por las coordenadas $P(x,y,z)$

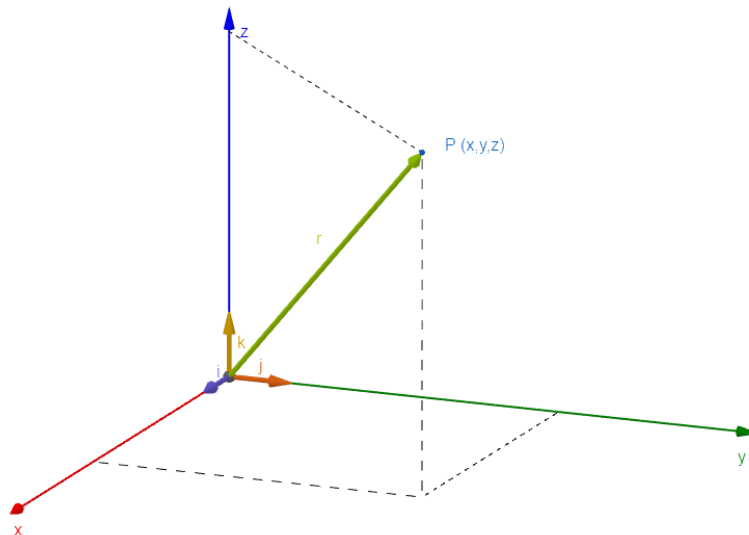


Ilustración 10. Ubicación de un punto en el espacio

La posición de un móvil es el punto en el espacio, donde se encuentra en un instante determinado, con respecto a un sistema de referencia. Dado un punto P en la trayectoria, determina el vector OP que tiene su inicio en el origen de coordenadas

y el extremo P. Este recibe el nombre de vector de posición del punto P y se simboliza con la letra r . Si su trayectoria está en el espacio se cumple:

$$\overrightarrow{OP} = \vec{r} = (x, y, z) = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

En donde :

$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ son vectores unitarios

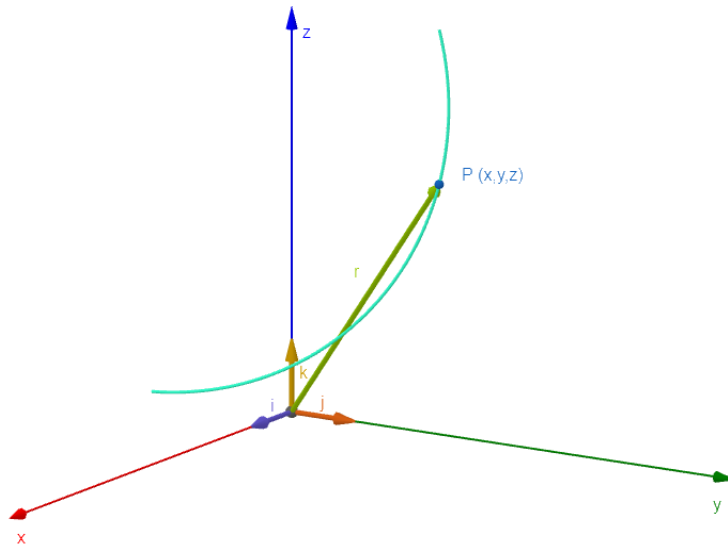


Ilustración 11. Vector de posición de un punto P en el espacio

A la vez el módulo del vector de posición está dado por $|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ siendo su unidad en el SI el metro.

EJERCICIO MODELO:

- 1) *Determine la ecuación del vector de posición de un móvil que se encuentra en el punto S (5, 7, 4). Graficar en el sistema coordenado*

Respuesta

- a) *Utilizaremos la ecuación del vector posición :*

$$\vec{r} = (x, y, z) = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

En donde ; $x=5$, $y=7$, $z=4$

$$\vec{r} = (x, y, z) = 5\vec{i} + 7\vec{j} + 4\vec{k}$$

- b) *En la segunda parte dibujaremos el sistema coordenado en tres dimensiones.*

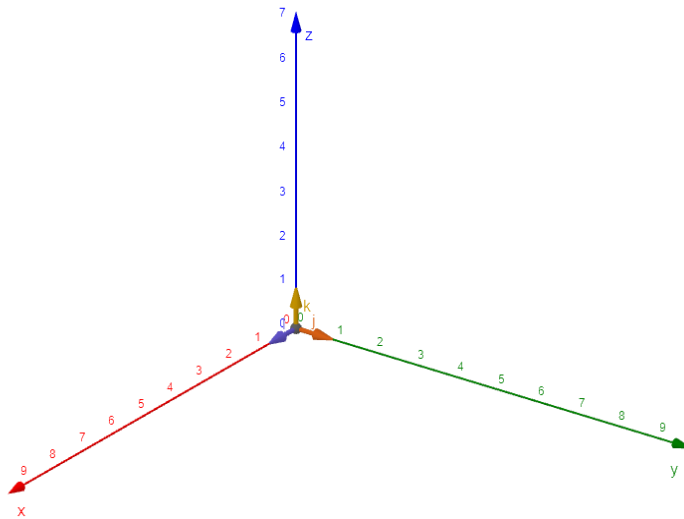


Ilustración 12. Sistema coordenado en tres dimensiones con sus vectores unitarios

- *Luego de esto ubicamos en punto S (5,7,4)*

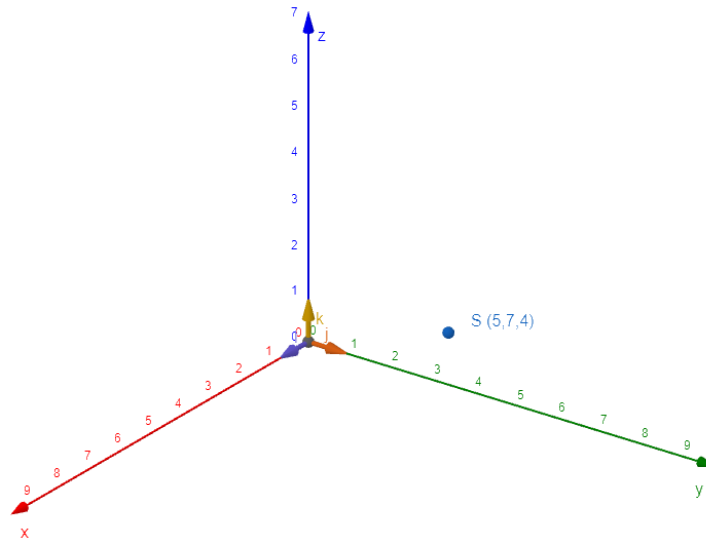


Ilustración 13. Representación del punto $S(5,7,4)$ en el sistema cartesiano

- *Trazamos el vector posición desde el origen de coordenadas hasta el extremo S.*

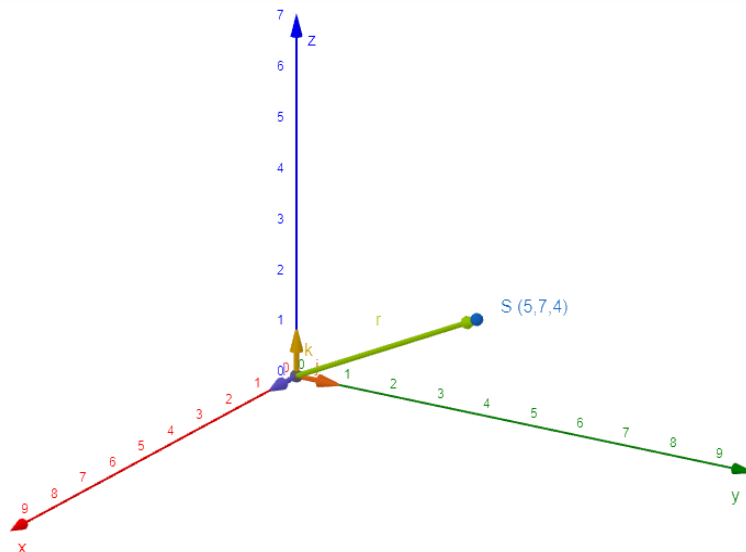


Ilustración 14. Representación del vector posición desde el origen hasta el punto S



EJERCICIOS PROPUESTOS:

1. Dibuja un sistema de referencia en una dimensión, otro en dos dimensiones y un tercero en tres dimensiones, y representa sobre ellos la posición de un punto.
2. Representar gráficamente el vector posición de un objeto que se encuentra en el punto M (2,-3.4).
3. El vector de posición de un móvil viene dado por la expresión
 $\mathbf{r}(t) = (8t + 4) \mathbf{i} + (t^2 - 2) \mathbf{j}$, en unidades SI. Determina:
 - a. La posición del móvil para $t = 1$ s y para $t = 3$ s.
 - b. El vector desplazamiento entre estos instantes y su módulo.
 - c. La ecuación de la trayectoria.

NOMBRE DEL RECURSO DIDÁCTICO

Sistema de coordenadas esféricas

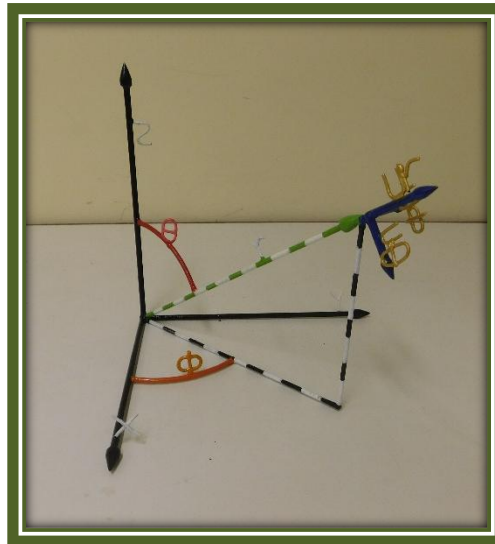


Ilustración 15. Maqueta representativa de un sistema de coordenadas esféricas

TEMÁTICA QUE CUBRE:

- **VARIOS:** Potencial eléctrico de una esfera, campo eléctrico en una carga lineal.

DESCRIPCIÓN

ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Eje X	Alambre Galvanizado	Negro	1	Abscisa
Eje Y	Alambre Galvanizado	Negro	1	Ordenada
Eje Z	Alambre Galvanizado	Negro	1	Cota



Coordenada radial (r)	Alambre Galvanizado	Verde-blanco	1	Coordenada radial (r)
Coordenada polar (θ)	Alambre Galvanizado	Rojo	1	Coordenada polar (θ)
Coordenada azimutal (ϕ)	Alambre Galvanizado	Anaranjado	1	Coordenada azimutal (ϕ)
Vector \vec{U}_r	Alambre Galvanizado	Azul	1	El vector unitario \vec{U}_r
Vector \vec{U}_θ	Alambre Galvanizado	Azul	1	El vector unitario \vec{U}_θ
Vector \vec{U}_ϕ	Alambre Galvanizado	Azul	1	El vector unitario \vec{U}_ϕ
Letras X, Y, Z	Alambre Galvanizado	Blanco	3	Nombres de los ejes
Letras \vec{U}_r, \vec{U}_θ, \vec{U}_ϕ	Alambre Galvanizado	Dorado	3	Nombres de los vectores unitarios

GUÍA PARA EL MAESTRO

OBJETIVO: Conocer los conceptos y símbolos del sistema de coordenadas esféricas.

PROCEDIMIENTO:

- Presentar el recurso didáctico señalando el origen, los ejes y los cuadrantes.
- Describir los elementos que contiene y la función que desempeña cada uno.
- Mediante la lluvia de ideas indagar acerca de los tipos de sistema de referencia que conocen los estudiantes.

- d) Comentar sobre la importancia de los sistemas de coordenadas para la representación y ubicación espacial de un punto utilizando distancia y ángulos.
- e) Utilizar el recurso para determinar la posición espacial de un punto, en un sistema coordenado esférico.

MARCO TEÓRICO

La posición de un punto P respecto a un sistema de ejes puede ser representado en coordenadas esféricas, las cuales están dada por la distancia y dos ángulos. Este sistema está formado por tres ejes perpendiculares entre sí que se cortan en el origen.

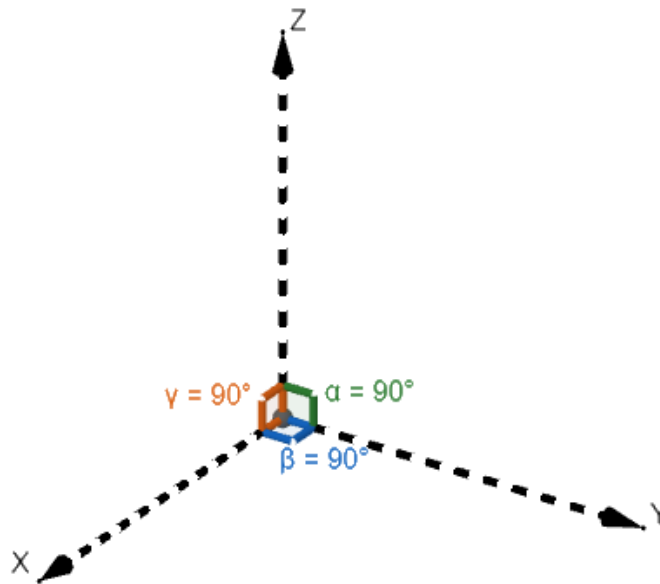


Ilustración 16. Ángulos perpendiculares entre x, y, z , intersectados en el origen

Las coordenadas esféricas resultan de un punto que está determinado por la intersección de tres superficies:

- Una superficie esférica con centro O y radio $r=R$

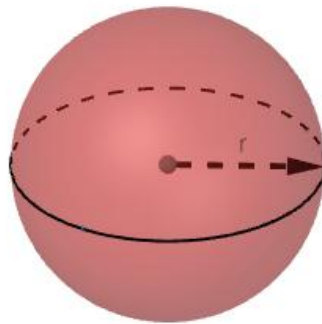


Ilustración 17. Esfera de radio r

- Una superficie cónica, con vértice en O , eje Z y semiángulo cónico θ

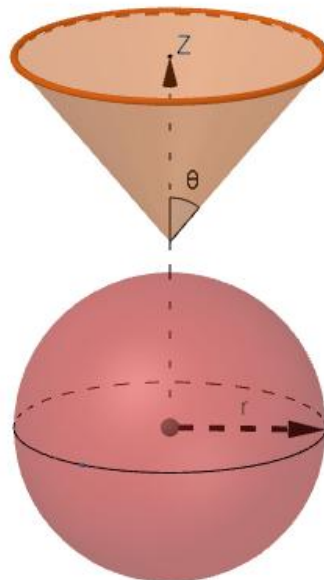


Ilustración 18. Cono con eje $e Z$, semiángulo θ , y esfera con radio r a punto de intersectarse

- Un plano que contiene al eje Z y forma un ángulo ϕ con el eje +X

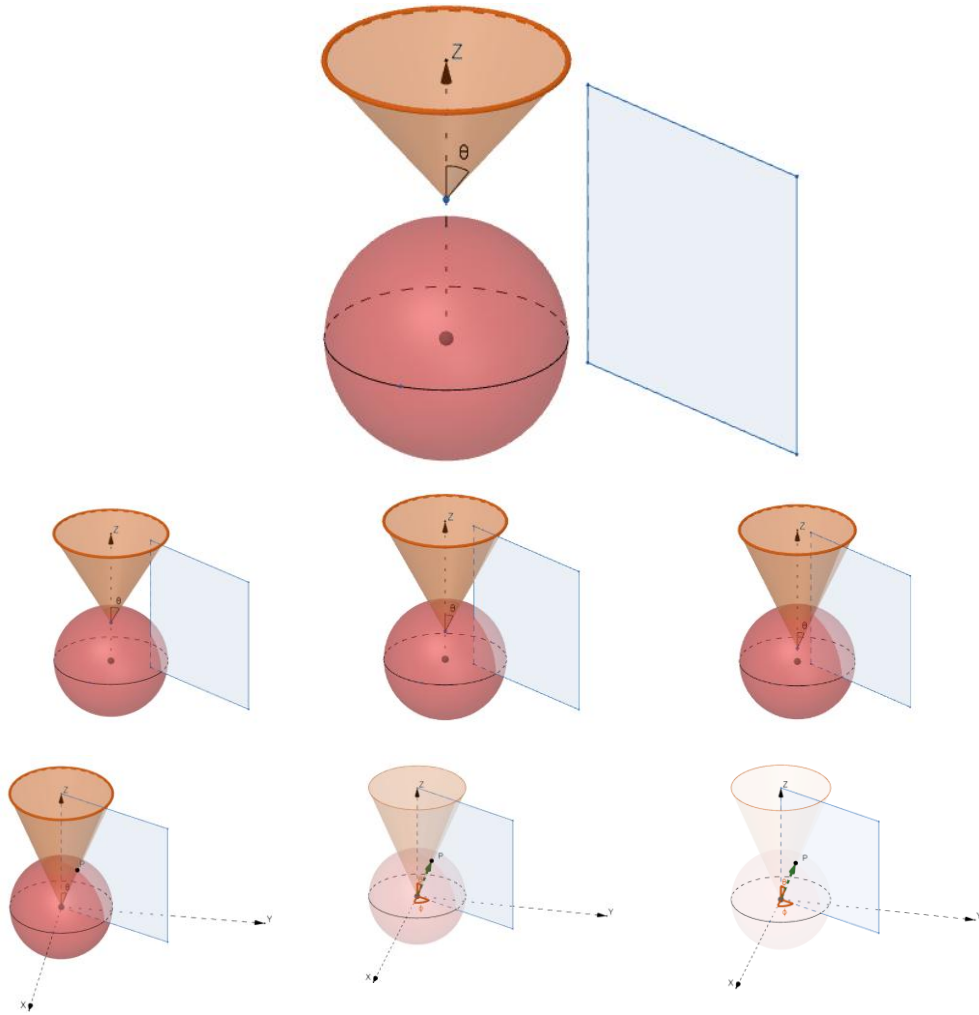


Ilustración 19. Secuencia de intersección entre un plano, esfera y cono

De manera que la primera coordenada queda determinada por r , la cual es la distancia entre el origen y el punto, mientras que θ es el ángulo que forma r sobre el eje vertical y ϕ es el ángulo que forma la proyección de r sobre el plano XY , con respecto al eje X .

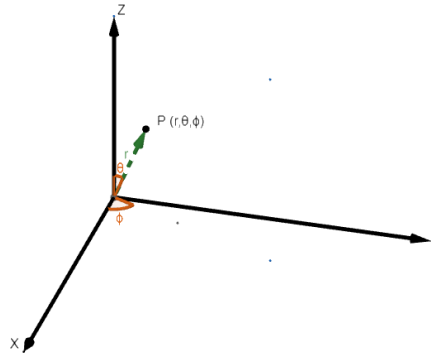


Ilustración 20. Vector determinado por r, θ, ϕ .

En donde los valores de las tres coordenadas son:

$$r \in \mathbb{R}, \text{ tal que } r > 0$$

$$\theta \in \mathbb{R}, \text{ tal que } 0 \leq \theta \leq \pi$$

$$\phi \in \mathbb{R}, \text{ tal que } 0 \leq \phi < 2\pi$$

Además se definen tres vectores unitarios. El vector unitario $\overrightarrow{u_r}$ está en la dirección $\overrightarrow{OP} = \vec{r}$, mientras que el unitario $\overrightarrow{u_\theta}$ es perpendicular a $\overrightarrow{u_r}$ y su sentido es aquel en el que θ crece. El vector unitario $\overrightarrow{u_\phi}$ es perpendicular a los dos anteriores.

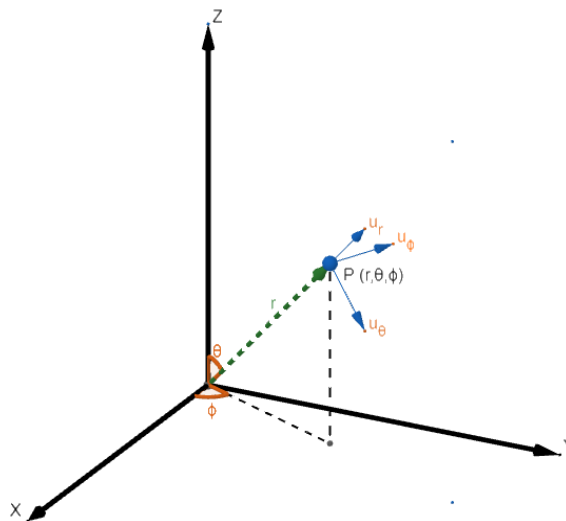


Ilustración 21. Sistema coordenado esférico

Estas coordenadas esféricas , se relacionan con las cartesianas mediante las siguientes ecuaciones:

$$x = r \sen \theta \cos \varphi$$

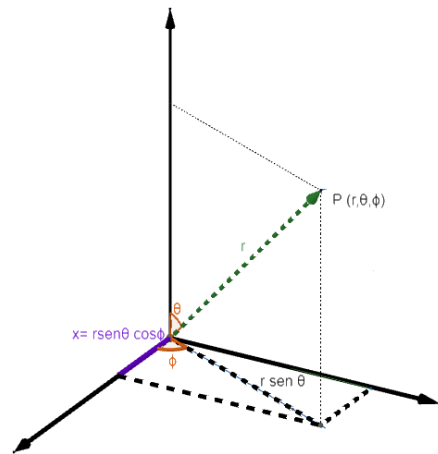


Ilustración 22. Relación de las coordenadas esférica con x

$$y = r \sen \theta \sen \varphi$$

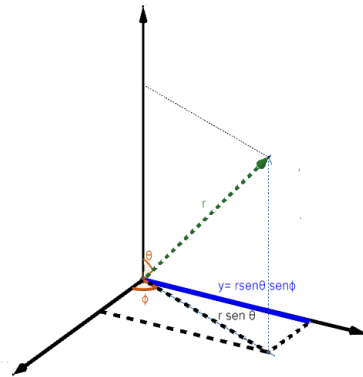


Ilustración 23. . Relación de las coordenadas esférica con y

$$z = r \cos \theta$$

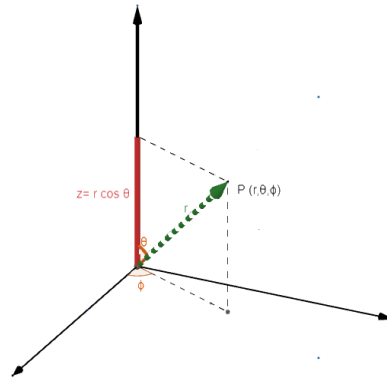


Ilustración 24. Relación de las coordenadas esférica con z

Por lo tanto el vector de posición de un punto P está expresado por:

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

$$\vec{r} = r \sin \theta \cos \phi \vec{i} + r \sin \theta \sin \phi \vec{j} + r \cos \theta \vec{k}$$

A la vez las coordenadas cartesianas se pueden representar en coordenadas esféricas, cuyas ecuaciones se obtienen de lo siguiente:

- La distancia r está dada por

$$x^2 + y^2 + z^2 = r^2$$

$$\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = r$$

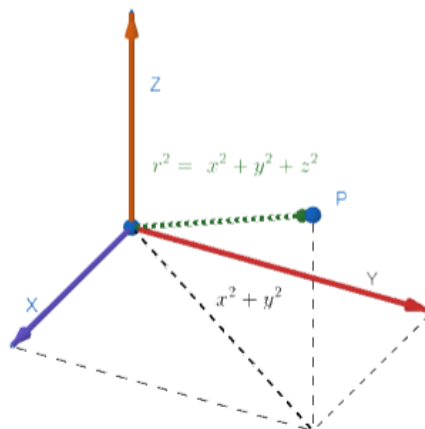


Ilustración 25. Obtención de r mediante relación con coordenadas cartesianas.

$$\tan \Phi = \frac{x}{y}$$

$$\Phi = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$$

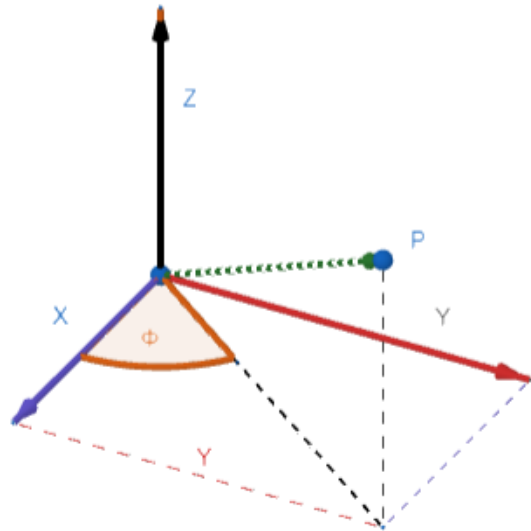


Ilustración 26. Obtención de Φ mediante la relación de coordenadas cartesianas.

$$\cos \theta = \frac{z}{r}$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{z}{r}$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

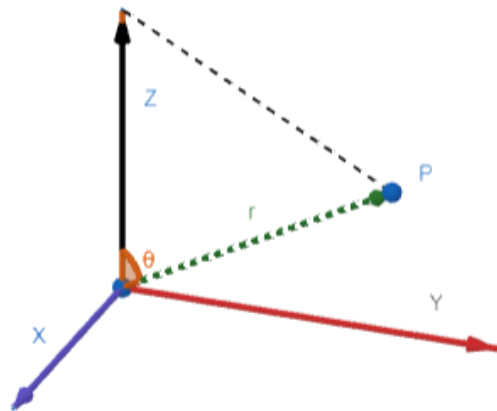


Ilustración 27. Determinación de θ mediante la relación con coordenadas cartesianas

EJERCICIO MODELO:

1. Encontrar las coordenadas cilíndricas (r, θ, Φ) del punto $Q(x, y, z)$ dado en coordenadas cartesianas $Q(3, 5, 4)$. Además determinar el vector de posición en coordenadas cartesianas mediante las esféricas.

- a) Representar el punto dentro del sistema cartesiano.

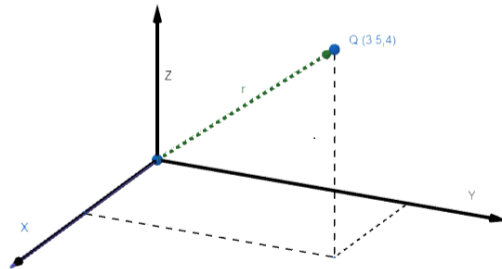


Ilustración 28. Representación del punto $Q(3, 5, 4)$

- b) Para hallar la coordenada r , sustituir el valor de cada coordenada cartesiana $x=3$; $y=5$; $z=4$ en la ecuación

$$\sqrt{x^2 + y^2 + z^2} = r$$

$$\sqrt{(3)^2 + (5)^2 + (4)^2} = r$$

$$\sqrt{(50)} = r$$

$$7,071 = r$$

- c) En el caso de la coordenada Φ se utilizará la ecuación

$$\Phi = \tan^{-1}\left(\frac{5}{3}\right)$$

$$\Phi = 59,04^\circ$$

- d) Para determinar θ se sustituirá el valor de r , y el correspondiente a la coordenada $z=4$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}}$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{4}{\sqrt{(3)^2 + (5)^2 + (4)^2}}$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{4}{\sqrt{50}}$$

$$\theta = 55,55^\circ$$

e) El punto en coordenadas esféricas es:

$$Q (7,071m ; 55,55^\circ ; 59,04^\circ)$$

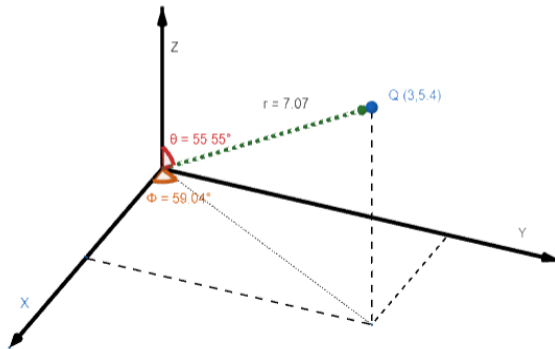


Ilustración 29. Dimensiones de las coordenadas r, θ, ϕ

f) El vector posición en coordenadas cartesianas estará dado por:

$$\vec{r} = r \sin \theta \cos \phi \vec{i} + r \sin \theta \sin \phi \vec{j} + r \cos \theta \vec{k}$$

$$\vec{r} = 7,07 \sin 55,55^\circ \cos 59,04^\circ \vec{i} + 7,07 \sin 55,55^\circ \sin 59,04^\circ \vec{j} + 7,07 \cos 55,55^\circ \vec{k}$$

$$\vec{r} = 2,99 \vec{i} + 4,999 \vec{j} + 3,999 \vec{k}$$

$$\vec{r} = 3\vec{i} + 5\vec{j} + 4\vec{k}$$



EJERCICIOS PROPUESTOS:

1. Ubicar las coordenadas esféricas (r, θ, ϕ) del punto $S(x, y, z)$ dado en coordenadas cartesianas.

$S(3, -5, 2)$

2. Determinar el vector posición en coordenadas cartesianas de un punto $M(6, 84; 54, 24^\circ; 54, 8^\circ)$ que se encuentra en coordenadas esféricas
3. Calcular las coordenadas esféricas de un punto $R(1, 4, 3)$ determinado en coordenadas cartesianas.

NOMBRE DEL RECURSO DIDÁCTICO

Sistema coordenado cilíndrico

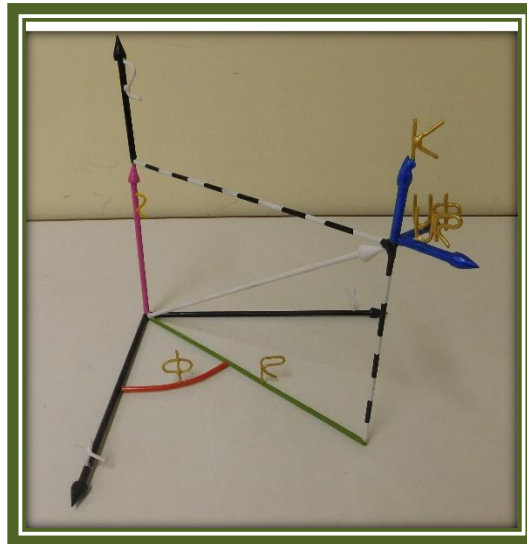


Ilustración 30. Maqueta representativa al sistema de coordenadas cilíndricas

TEMÁTICA QUE CUBRE:

- **VARIOS:** Vector de posición, transformación de coordenadas.

DESCRIPCIÓN

ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Eje X	Alambre galvanizado	Negro	1	Abscisa
Eje Y	Alambre galvanizado	Negro	1	Ordenada
Eje Z	Alambre galvanizado	Negro	1	Cota



Vector Z	Alambre galvanizado	Rosado	1	Coordenada z
Segmento R	Alambre galvanizado	Verde	1	Distancia radial
Ángulo ϕ	Alambre galvanizado	Anaranjado	1	Ángulo acimutal
Vector \vec{u}_r	Alambre galvanizado	Azul	1	Vector unitario
Vector \vec{u}_ϕ	Alambre galvanizado	Azul	1	Vector unitario
Vector \vec{k}	Alambre galvanizado	Azul	1	Vector unitario
Líneas auxiliares	Alambre galvanizado	Blanco - negro	2	Proyecciones
Letras (X,Y,Z)	Alambre galvanizado	Blanco	3	Nombre de los ejes
Letras de vectores	Alambre galvanizado	Dorado	3	Nombre de los vectores unitarios

GUÍA PARA EL MAESTRO

OBJETIVO: Reconocer los elementos y símbolos de un punto representado en coordenadas cilíndricas.

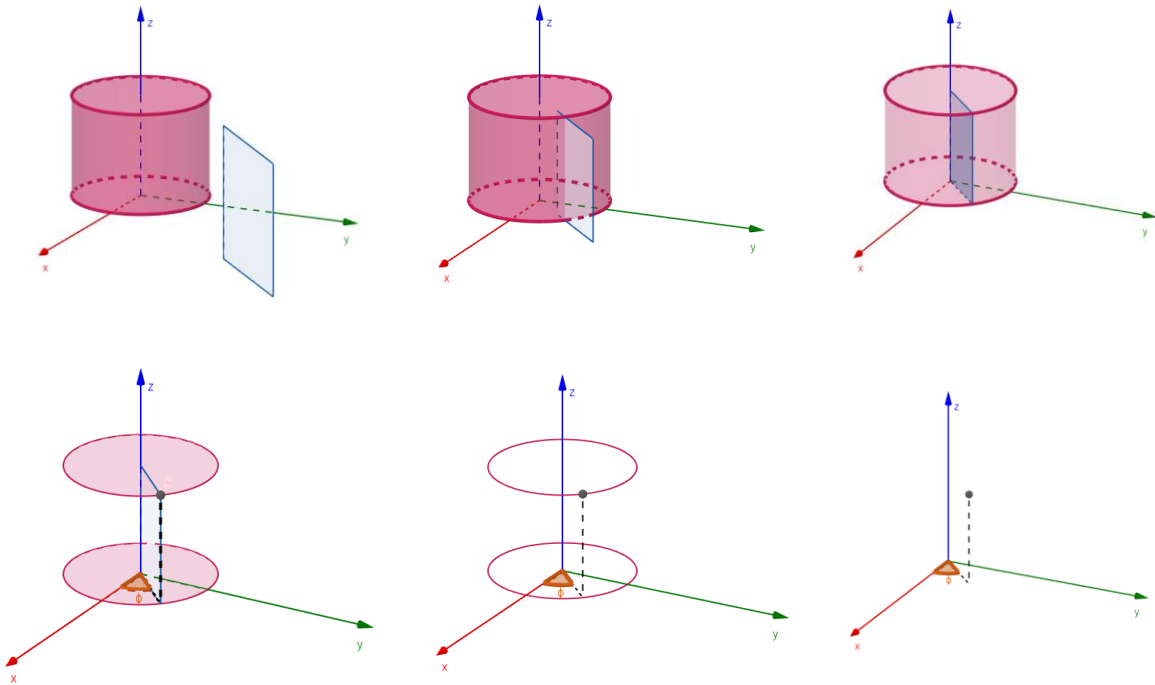
PROCEDIMIENTO:

- Presentar el recurso didáctico señalando el origen, los ejes y los cuadrantes.
- Describir los elementos que contiene y la función que desempeña cada uno.
- Mediante un conversatorio, indagar acerca de las características de sistemas de coordenadas rectangulares.
- Reconocer la función y representación de los vectores unitarios.
- Comentar sobre la importancia de los sistemas de coordenadas para la representación y ubicación espacial de un punto utilizando distancias y ángulo.

- f) Utilizar el recurso para determinar la posición espacial de un punto, en un sistema coordenado cilíndrico.

MARCO TEÓRICO

Las coordenadas cilíndricas son un sistema utilizado para la ubicación de un punto en el espacio, utilizando dos distancias y un ángulo. El nombre de estas coordenadas se establece de la idea que cada punto en el espacio, es un punto de la superficie de infinitos cilindros.



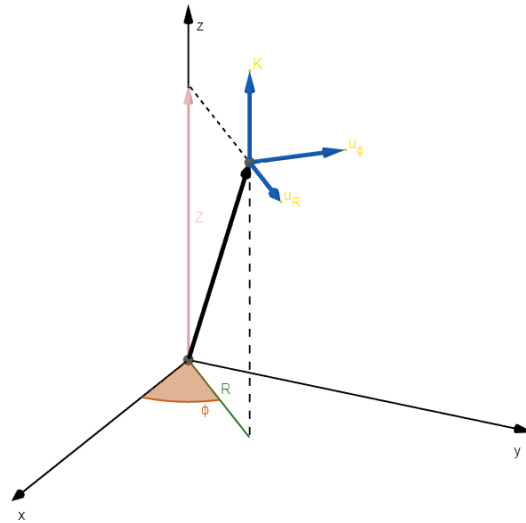


Ilustración 31. Secuencia gráfica de obtención del sistema de coordenadas cilíndricas.

Como se observa, el sistema de coordenadas parte de sistema de coordenadas polares, añadiendo un eje ortogonal, tal es así que un punto P cualquiera está determinado por dos distancias (R, z) y un ángulo (ϕ), con sus respectivos vectores unitarios $(\vec{u}_r, \vec{u}_\phi, \vec{k})$ en donde el vector unitario \vec{u}_r es paralelo a R el cual está determinado por la proyección del punto P, sobre el plano XY. El vector \vec{k} es paralelo al eje Z mientras que el vector unitario \vec{u}_ϕ es perpendicular a \vec{u}_r y \vec{k}

Las coordenadas cilíndricas se relacionan con las coordenadas rectangulares mediante las siguientes ecuaciones :

$$x = R \cos \phi$$

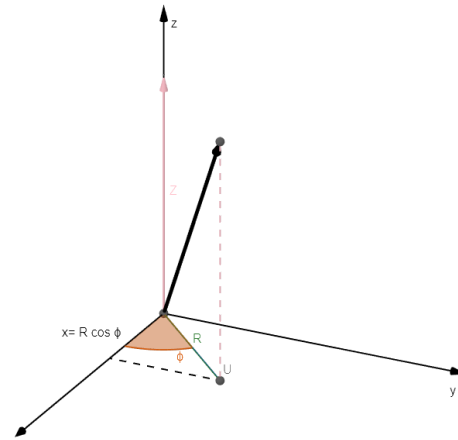


Ilustración 32. Representación gráfica de coordenadas cilíndrica en el eje X

$$y = R \sin \phi$$

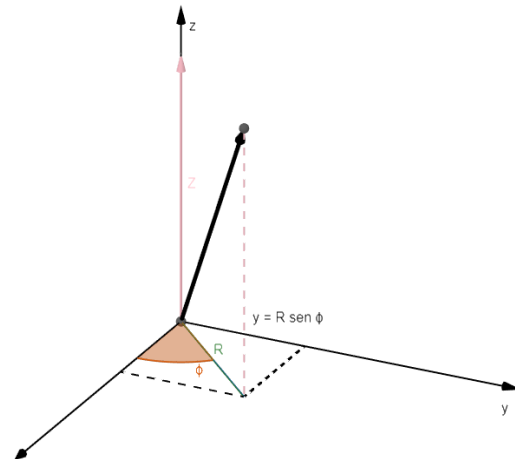


Ilustración 33. Representación gráfica de coordenadas cilíndricas en el eje Y

$$z=z$$

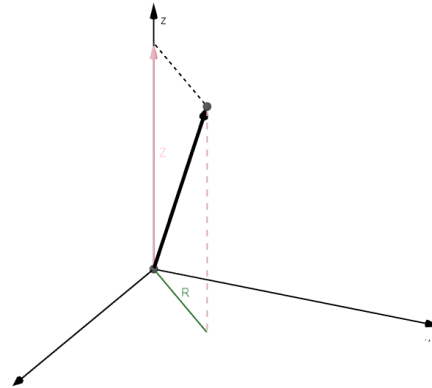


Ilustración 34. Representación gráfica del sistema de coordenadas cilíndricas en el eje Z

Por lo anterior, el vector posición estará determinado por :

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

$$\vec{r} = R\cos\phi\vec{i} + R\sin\phi\vec{j} + z\vec{k}$$

De igual manera si el punto se encuentra en coordenadas cartesianas, las mismas pueden expresarse en cilíndricas mediante las siguientes ecuaciones:

Distancia radial R

$$x^2 + y^2 = R^2$$

$$\sqrt{x^2 + y^2} = R$$

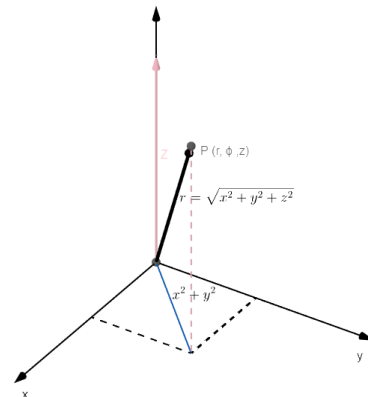


Ilustración 35. Distancia radial en coordenadas cilíndricas

El ángulo ϕ se determina con:

$$\tan\phi = \frac{x}{y}$$

$$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$$

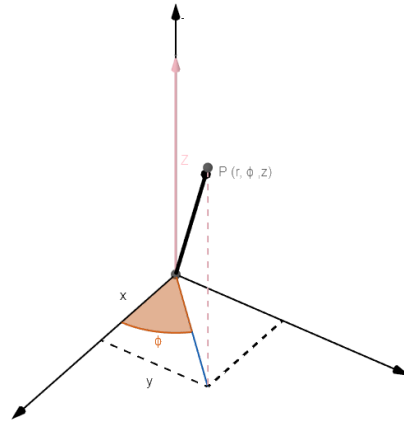


Ilustración 36. Representación gráfica coordenada ϕ

La distancia Z se define igualmente que en el sistema cartesiano.

$$z=z$$

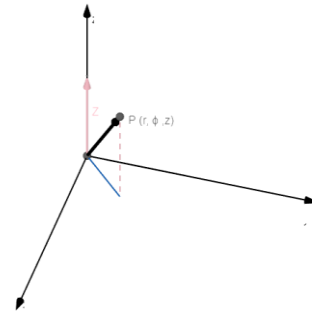


Ilustración 37. Representación gráfica de la coordenada z

Entonces el vector posición en coordenadas cilíndricas está determinado por:

$$\vec{r} = R\vec{u}_R + z\vec{k}$$

Ahora bien, las relaciones entre los vectores unitarios se logran trasladado \vec{u}_ϕ y \vec{u}_R al plano XY

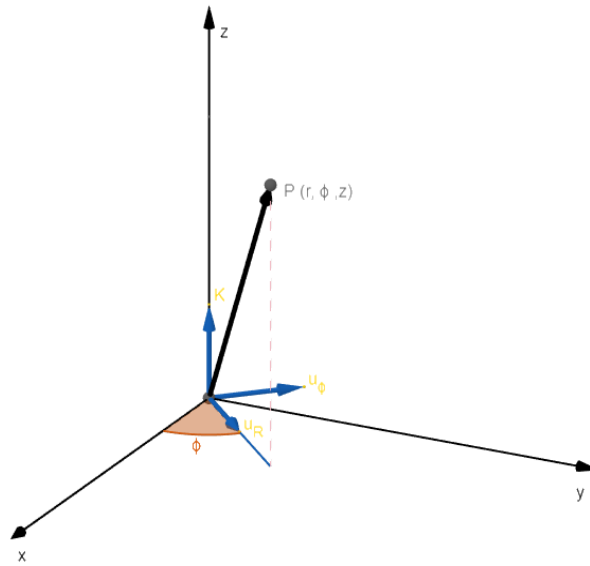


Ilustración 38. Traslado de vectores unitarios \vec{u}_ϕ y \vec{u}_R

De lo anterior resulta

$$\vec{u}_R = \cos \phi \vec{i} + \sin \phi \vec{j}$$

$$\begin{aligned} \vec{u}_\phi &= \cos\left(\phi + \frac{\pi}{2}\right) \vec{i} + \sin\left(\phi + \frac{\pi}{2}\right) \vec{j} \\ &= -\sin \phi \vec{i} + \cos \phi \vec{j} \end{aligned}$$

$$\vec{k} = \vec{k}$$

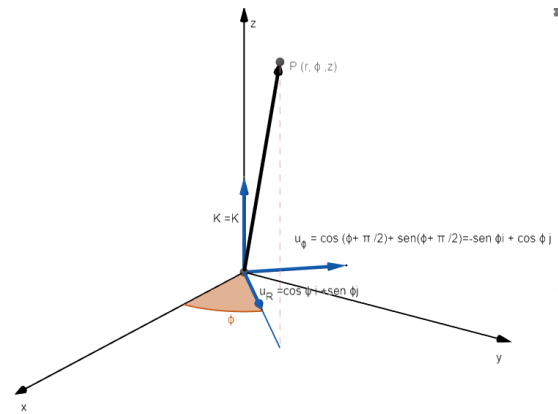


Ilustración 39. Sistema de coordenadas cilíndricas



EJERCICIO MODELO:

- 1. Un punto J (3, 2,5) se encuentra en coordenadas rectangulares. Exprese su vector de posición en coordenadas cilíndricas**

Solución:

Obtener la distancia radial mediante

$$\sqrt{x^2 + y^2} = R$$

$$\sqrt{(3)^2 + (2)^2} = R$$

$$\sqrt{13} = R$$

$$3,606 = R$$

Para obtener el vector posición se aplica la siguiente ecuación:

$$\vec{r} = 3,606\vec{u}_R + 5\vec{k}$$

- 2. Expresar en coordenadas rectangulares un punto M (7,07; 36,87°; 5) expuesto en coordenadas cilíndricas.**

Solución:

Datos:

$$R = 7,07$$

$$\phi = 36,87^\circ$$

$$z = 5$$

La coordenada rectangular x se encontrara mediante la ecuación:

$$x = R \cos \phi$$

$$x = 7,07 \cos 36,87^\circ$$

$$\boxed{x = 5,656}$$

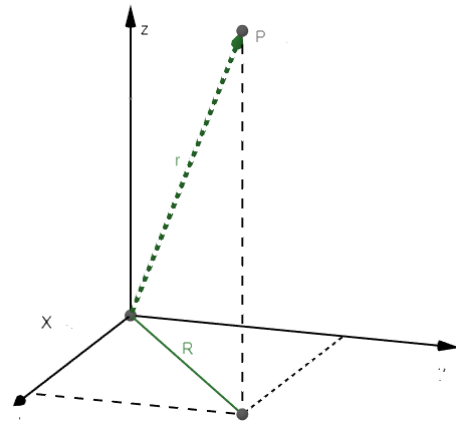


Ilustración 40. Representación de las coordenadas R; x

Aplicar $R \sin \phi$ para obtener el valor de y

$$y = R \sin \phi$$

$$y = 7,07 \sin 36,87^\circ$$

$$\boxed{y = 4,242}$$

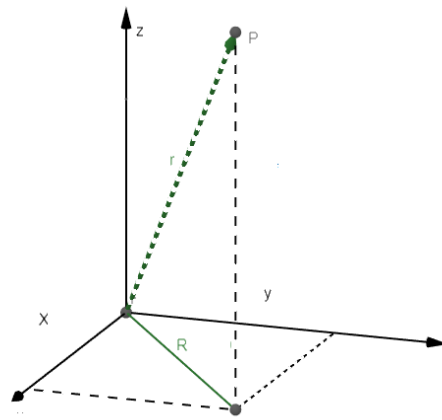


Ilustración 41. Determinación de la coordenada y

En el caso de z , le corresponde el mismo valor

$$z=Z$$

$$z=5$$

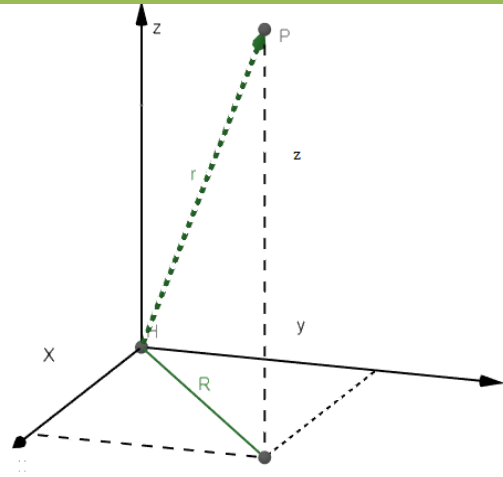


Ilustración 42.Coordenada en z

EJERCICIOS PROPUESTOS:

1. Un vector tiene coordenadas cartesianas T (3,7 ,6), expresar su vector en coordenadas cilíndricas.
2. Determinar las coordenadas cartesianas de un móvil que se encuentra en el punto
W(8.5,53.1°,6) expresado en coordenadas cilíndricas.

NOMBRE DEL RECURSO DIDÁCTICO

Ángulos directores

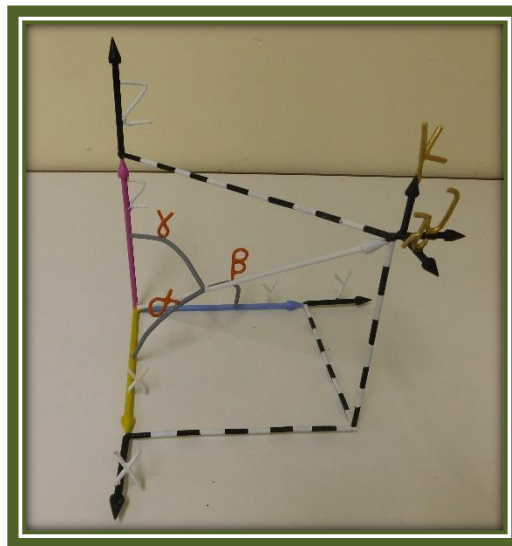


Ilustración 43. Maqueta representativa de los ángulos directores

TEMÁTICA QUE CUBRE:

- **VARIOS:** Operaciones con vectores, cálculo vectorial

DESCRIPCIÓN

ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Eje X	Alambre Galvanizado	Negro	1	Abscisa
Eje Y	Alambre Galvanizado	Negro	1	Ordenada
Eje Z	Alambre Galvanizado	Negro	1	Cota



Ángulo α	Alambre Galvanizado	Gris	1	Ángulo director sobre el eje x
Ángulo β	Alambre Galvanizado	Gris	1	Ángulo director sobre el eje y
Ángulo γ	Alambre Galvanizado	Gris	1	Ángulo director sobre el eje Z
Vector x	Alambre Galvanizado	Amarillo	1	Componente X
Vector y	Alambre Galvanizado	Violeta	1	Componente Y
Vector z	Alambre Galvanizado	Rosado	1	Componente Z
Vector λ	Alambre Galvanizado	Azul	1	Vector unitario
Vector J	Alambre Galvanizado	Azul	1	Vector unitario
Vector k	Alambre Galvanizado	Azul	1	Vector unitario
Líneas auxiliares	Alambre Galvanizado	Blanco - negro	3	Proyecciones
Letras (α, β, γ)	Alambre Galvanizado	Anaranjado	3	Nombres de los ángulos
Letras (λ, J, k)	Alambre Galvanizado	Dorado	3	Nombres de los vectores unitarios

GUÍA PARA EL MAESTRO

OBJETIVO: Identificar los cosenos directores de un vector respecto a un sistema de coordenadas ortogonales

PROCEDIMIENTO:



- a) Presentar el recurso didáctico señalando el origen, ángulos, vectores unitarios y los cuadrantes.
- b) Describir cada uno de los elementos que contiene así como la función de los mismos.
- c) Ubicar un punto en el sistema coordenado señalando los ángulos y proyecciones sobre cada eje ortogonal.
- d) Mediante un conversatorio, indagar acerca de las características de sistemas de coordenadas rectangulares.
- e) Utilizar el recurso para determinar la posición espacial de un punto, mediante sus ángulos directores.

MARCO TEÓRICO

Todo vector en el espacio se puede escribir de la forma $\vec{A} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$, siendo x, y, z las componentes del vector \vec{A} y los vectores $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ vectores unitarios en dirección de los ejes coordenados X, Y, Z. Su módulo está definido por: $|\vec{A}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$

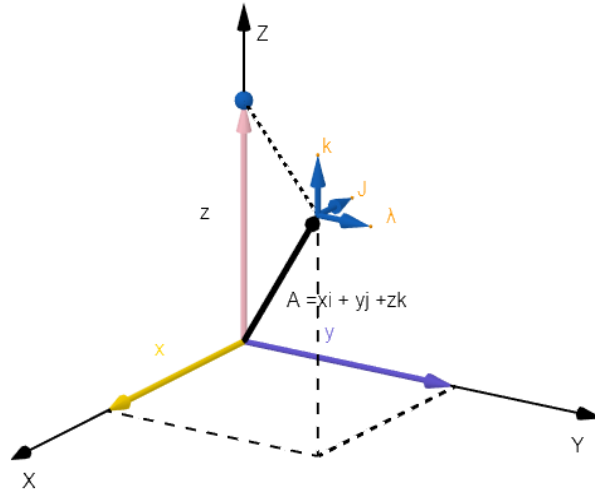


Ilustración 44. Proyección de un vector sobre los X,Y,Z

Para determinar la dirección de un vector es necesario conocer los ángulos α, β, γ que forman el vector con los ejes coordenados XYZ

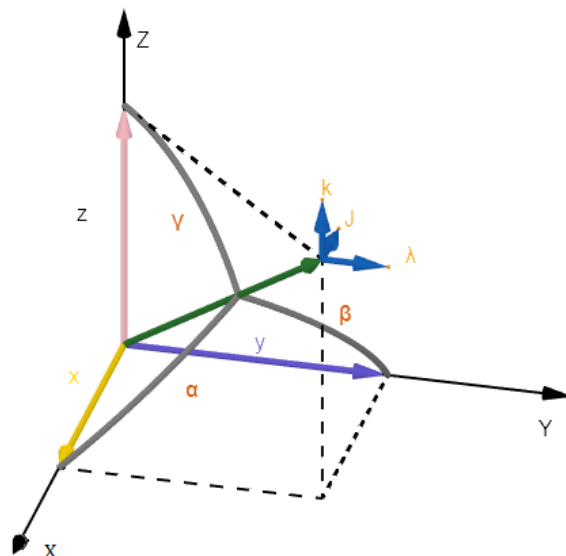


Ilustración 45. Ángulos directores de un vector

Estos cosenos directores se obtienen , observando que :

$$\cos \alpha = \frac{x}{|\vec{A}|}$$

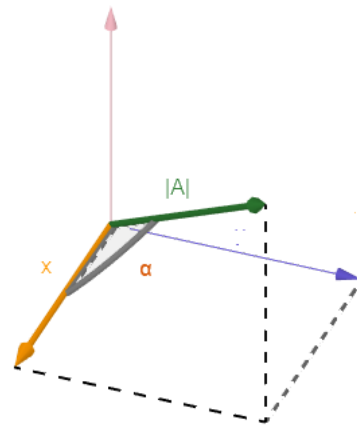


Ilustración 46. Ángulo director α

$$\cos \beta = \frac{y}{|\vec{A}|}$$

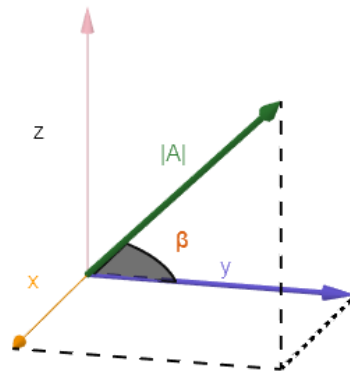


Ilustración 47. Ángulo director β

$$\cos \gamma = \frac{z}{|\vec{A}|}$$

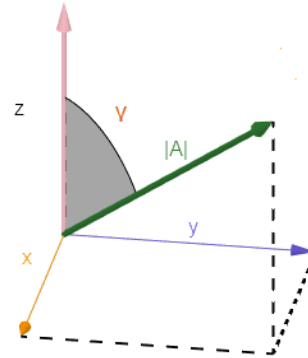


Ilustración 48. Ángulo director γ

En las ecuaciones anteriores si despejamos x,y,z y las sustituimos en la ecuación del módulo, tenemos:

$$|\vec{A}| = \sqrt{(|\vec{A}| \cos \alpha)^2 + (|\vec{A}| \cos \beta)^2 + (|\vec{A}| \cos \gamma)^2}$$

$$|\vec{A}| = \sqrt{|\vec{A}|^2 \cos^2 \alpha + |\vec{A}|^2 \cos^2 \beta + |\vec{A}|^2 \cos^2 \gamma}$$

$$|\vec{A}| = \sqrt{|\vec{A}|^2 (\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma)}$$

$$|\vec{A}| = |\vec{A}| \sqrt{(\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma)}$$

$$\frac{|\vec{A}|}{|\vec{A}|} = \sqrt{(\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma)}$$

$$1 = \sqrt{\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma}$$



$$1^2 = (\sqrt{\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma})^2$$

$$1 = \cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma$$

La relación entre los ángulos directores.

EJERCICIO MODELO:

1. *Dados los vectores $\vec{S} = 5\vec{i} - 4\vec{j} + 5\vec{k}$, $\vec{T} = 4\vec{i} - 8\vec{j} + 3\vec{k}$, $\vec{M} = 11\vec{i} + 3\vec{j} - 5\vec{k}$
Hallar sus módulos, su suma, los ángulos y cosenos directores.*

Solución:

- Determinar el módulo de cada vector con la siguiente ecuación.

$$|\vec{A}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Entonces

$$|\vec{S}| = \sqrt{(5)^2 + (-4)^2 + (5)^2} = \sqrt{25 + 16 + 25} = \sqrt{66}$$

$$|\vec{T}| = \sqrt{(4)^2 + (-8)^2 + (3)^2} = \sqrt{16 + 64 + 9} = \sqrt{89}$$

$$|\vec{M}| = \sqrt{(11)^2 + (3)^2 + (-5)^2} = \sqrt{121 + 9 + 25} = \sqrt{155}$$

- Sumar los vectores ordenándolos, según su vector unitario

$$\vec{S} = 5\vec{i} - 4\vec{j} + 5\vec{k}$$

$$\vec{T} = 4\vec{i} - 8\vec{j} + 3\vec{k}$$

$$\vec{M} = 11\vec{i} + 3\vec{j} - 5\vec{k}$$

$$\vec{R} = \vec{S} + \vec{T} + \vec{M} = 20\vec{i} - 9\vec{j} + 3\vec{k}$$

- *Calcular el módulo del vector resultante*

$$|\vec{R}| = \sqrt{(20)^2 + (-9)^2 + (3)^2} = \sqrt{400 + 81 + 9} = \sqrt{490} = 7\sqrt{10}$$

- *Determinar los cosenos de los ángulos directores con sus respectivas ecuaciones*

$$\cos \alpha = \frac{x}{|\vec{R}|}$$

$$\cos \alpha = \frac{20}{7\sqrt{10}}$$

Por lo que el ángulo α

$$\alpha = \cos^{-1}\left(\frac{20}{7\sqrt{10}}\right)$$

$$\alpha = 25,37^\circ$$

El ángulo β se lo determina de la misma manera



$$\cos \beta = \frac{y}{|\vec{R}|}$$

$$\cos \beta = \frac{-9}{7\sqrt{10}}$$

$$\beta = \cos^{-1}\left(\frac{-9}{7\sqrt{10}}\right)$$

$$\beta = 113,99^\circ$$

El ángulo γ es igual a :

$$\cos \gamma = \frac{z}{|\vec{R}|}$$

$$\cos \gamma = \frac{3}{7\sqrt{10}}$$

$$\gamma = \cos^{-1}\left(\frac{3}{7\sqrt{10}}\right)$$

$$\gamma = 82,21^\circ$$



EJERCICIOS PROPUESTOS:

1. Determinar las componentes, el módulo y los cosenos directores de un vector en el plano cuyo origen es el punto (2, 4,5) y su extremo el punto (-3, 4,7).
2. Los vértices de una pirámide cuadrangular son $A = (-2,1,0)$, $B = (-2,-5,0)$, $C = (4,-5,0)$, $D = (4,1,0)$, $E = (1,-2,5)$.
 - a) Hallar los ángulos directores del vector \overrightarrow{OE}
 - b) Graficar la pirámide en el sistema coordenado.
3. Dados los vectores $\vec{O} = 7\vec{i} - 5\vec{j} + 8\vec{k}$, $\vec{T} = 3\vec{i} - 6\vec{j} + 9\vec{k}$, $\vec{M} = 9\vec{i} + 4\vec{j} - 6$. Hallar sus módulos, su diferencia , los ángulos y cosenos directores

NOMBRE DEL RECURSO DIDÁCTICO

Fuerza entre cargas puntuales

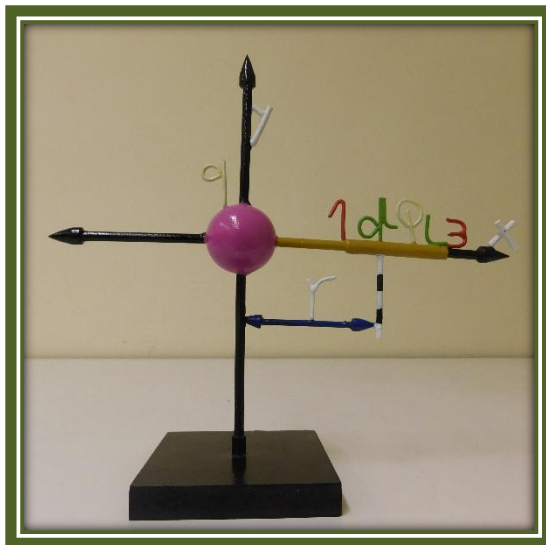


Ilustración 49. Maqueta representativa de la fuerza existente entre cargas puntuales.

TEMÁTICA QUE CUBRE:

- **VARIOS:** Ley de Coulomb, campo eléctrico, permitividad eléctrica.

DESCRIPCIÓN

ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Eje X	Alambre galvanizado	Negro	1	Abscisa
Eje Y	Alambre galvanizado	Negro	1	Ordenada
Esfera	Hierro	Rosado	1	Carga puntual
Tubo cilíndrico	Hierro	Mostaza	1	Conductor rectilíneo



Línea de cota	Alambre Galvanizado	Negro	1	Distancia
Letras (X,Y,r)	Alambre galvanizado	Blanco	3	Nombres de ejes y distancia
Números (1,3)	Alambra galvanizado	Rojo	2	Distancia inicial, distancia final
Letra (dL)	Alambra galvanizado	Verde	1	Diferencial
Líneas auxiliares	Alambra galvanizado	Blanco - negro	1	Proyección
Base	Madera	Negro	1	

GUÍA PARA EL MAESTRO

OBJETIVO: Conocer las relaciones planteadas en la ley de Coulomb entre la fuerza electrostática y la distancia entre cargas puntuales.

PROCEDIMIENTO:

- Presentar el recurso didáctico a los estudiantes, señalando los ejes, carga puntual, conductor eléctrico.
- Mediante una lluvia de ideas, indagar acerca del conocimiento que poseen los estudiantes de cargas eléctricas, fuerzas de atracción y repulsión.
- En el recurso didáctico, relacionar una carga puntual con un conductor rectilíneo colocada a cierta distancia.
- Determinar la fuerza ejercida entre la carga puntual y el conductor mediante la ecuación de Coulomb.



MARCO TEÓRICO

La materia está compuesta por electrones, protones y neutrones, los mismos que poseen una propiedad fundamental denominada carga eléctrica; esta puede ser positiva o negativa, de manera que al interactuar los objetos, la fuerza de interacción puede ser de atracción (signos opuestos) o repulsión (signos iguales), dependiendo del signo de la carga que poseen. En el Sistema Internacional la unidad de carga es el coulomb (C)

Ahora bien una carga puntual es aquella que cubre un volumen muy pequeño, cuyas dimensiones en espacio se consideran despreciables con respecto al universo, de manera que se lo puede representar como un punto en el espacio. En esta sentido la fuerza de atracción es proporcional a las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa, es decir:

$$\vec{F} \propto Q_1 Q_2 \qquad \vec{F} \propto \frac{1}{r^2}$$

$$\vec{F} \propto \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$F = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Siendo K la constante de proporcionalidad, cuyo valor numérico depende del sistema de unidades.

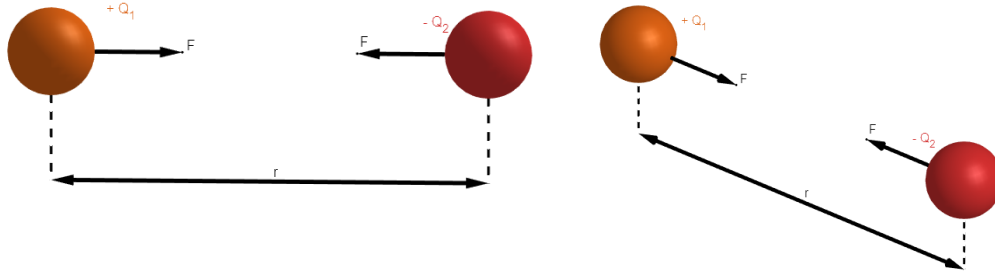


Ilustración 50. Atracción entre dos cargas puntuales

Ahora bien debido a que el medio ambiente influye en la fuerza de interacción, se introdujo una constante física que describe la influencia del ambiente dentro del campo eléctrico. Esta constante recibe el nombre de permitividad eléctrica :

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon}$$

cuyo valor en el vacío es de $\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$, siendo su unidad en el S.I. el faradio por metro.

Considerando este concepto anterior y siendo la fuerza una cantidad vectorial, la expresión completa se define como :

$$\vec{F} = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon r^2} \vec{u}_r$$

A esta expresión se la conoce como la “Ley de Coulomb”, en donde el vector unitario \vec{u}_r indica la dirección de \vec{r} .

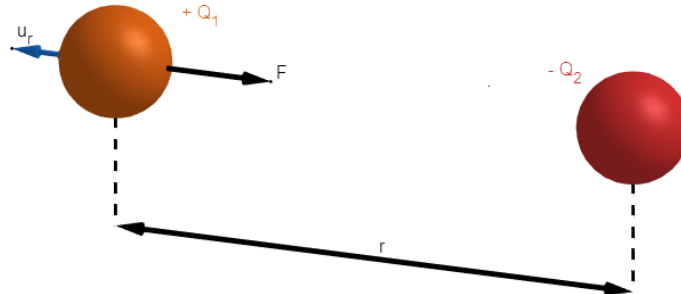


Ilustración 51. Dirección del vector unitario en la atracción de dos cargas puntuales

En el caso de medios distintos al vacío y con fines prácticos se utiliza una magnitud adimensional llamada permitividad relativa, que se obtiene del cociente entre la permitividad del medio y la permitividad del vacío.

$$\epsilon_r = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$$

La siguiente tabla indican las respectivas permittividades relativas :

Tabla 15. *Permittividades eléctricas relativas*

PERMITIVIDADES ELÉCTRICAS RELATIVAS

Material	ϵ_r
vacío	1,00000
aire seco	1,00054
agua	78
porcelana	2,1



madera	2,1
mica	5,4
papel	3,5
caucho	3,0
teflón	2,1
plexiglás	3,4

EJERCICIO MODELO:

1. Una carga puntual $Q_1 = 7 \mu C$ en $(0;5;9)$ ejerce una fuerza sobre otra carga $Q_2 = -6 \mu C$ en $(-6;-4; 7)$. Determine el valor de la fuerza de interacción eléctrica de Q_1 sobre Q_2 si ambas se encuentran en el vacío.

Solución:

- Determinar \vec{r}_{12} mediante

$$\vec{r}_1 = 0\vec{i} + 5\vec{j} + 9\vec{k}$$

$$\vec{r}_2 = -6\vec{i} - 4\vec{j} + 7\vec{k}$$

$$\vec{r}_{12} = (x_2 - x_1)\vec{i} + (y_2 - y_1)\vec{j} + (z_2 - z_1)\vec{k}$$



$$\vec{r}_{12} = (-6 - 0)\vec{i} + (-4 - 5)\vec{j} + (7 - 9)\vec{k} = -6\vec{i} - 9\vec{j} - 2\vec{k}$$

Siendo su módulo igual a :

$$r_{12}^2 = (-6)^2 + (-9)^2 + (-2)^2 = 121$$

$$r_{12} = \sqrt{121} = 11$$

- Obtener el valor del vector unitario

$$\vec{u}_{12} = \frac{-6\vec{i} - 9\vec{j} - 2\vec{k}}{11}$$

Con estos valores, aplicar la expresión de la ley Coulomb

$$\vec{F}_{12} = \frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0 r_{12}^2} \vec{u}_r = \frac{(7E - 6)(-6E - 6)}{(4\pi)(8,854E - 12)(121)} \left(\frac{-6\vec{i} - 9\vec{j} - 2\vec{k}}{11} \right)$$

$$\vec{F}_{12} = (1,702E - 3\vec{i} + 2,55E - 3\vec{j} + 5,672E - 4\vec{k}) \text{ N}$$

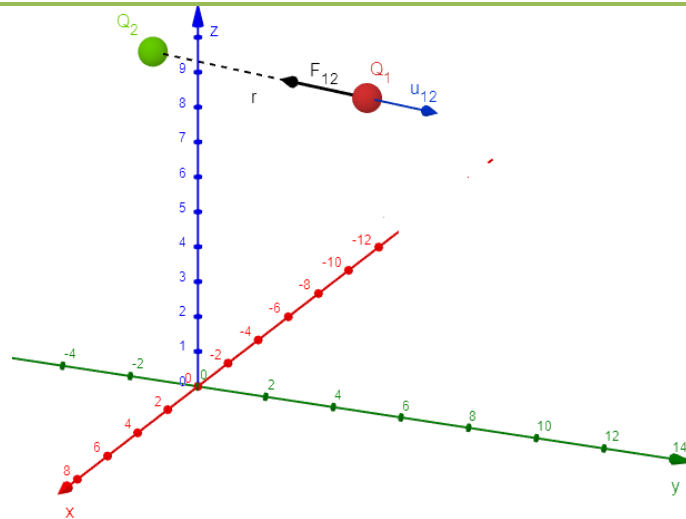


Ilustración 52. Representación de la fuerza de atracción de Q_1 sobre Q_2

2. Una carga puntual $q = 20\mu\text{C}$ se encuentra a 1 m a la izquierda de un conductor rectilíneo de 2 m de largo que retiene una carga de $70\mu\text{C}$ distribuida uniformemente. Halle la fuerza de interacción eléctrica.

- Al estar distribuida uniformemente, considerar la densidad de carga eléctrica como la cantidad de carga eléctrica por unidad de longitud, que se encuentra sobre una línea, en este caso es la densidad de carga lineal λ , cuya expresión es :

$$\lambda = \frac{dQ}{dL} = \frac{Q}{L} = \frac{70\text{E} - 6\text{ C}}{2\text{m}} = 35\text{E} - 6 \frac{\text{C}}{\text{m}}$$

Ahora bien

$$dQ = \lambda dl = \lambda dx \quad (1)$$

$$r = x \quad (2)$$

Aplicando (1), (2) en la ley de Coulomb, se obtiene :



$$d\vec{F} = \frac{q dQ}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{i} = \frac{q\lambda dx}{4\pi\epsilon_0 x^2} \vec{i}$$

$$\vec{F} = \frac{q\lambda}{4\pi\epsilon_0} \int_1^3 \frac{dx}{x^2} \vec{i} = \frac{q\lambda}{4\pi\epsilon_0} \left(-\frac{1}{x}\right)_1^3 \vec{i}$$

$$\vec{F} = \frac{q\lambda}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{-1}{3} - (-1)\right] \vec{i}$$

$$\vec{F} = \frac{q\lambda}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{-1}{3} - (-1)\right] \vec{i} = \frac{q\lambda}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{2}{3}\right) \vec{i} = \frac{q\lambda}{6\pi\epsilon_0} \vec{i}$$

$$\vec{F} = \frac{q\lambda}{6\pi\epsilon_0} \vec{i} = \frac{(20E - 6)(35E - 6)}{6\pi(8,854E - 12)} \vec{i}$$

$$\vec{F} = (4,194 \vec{i}) \text{ N}$$

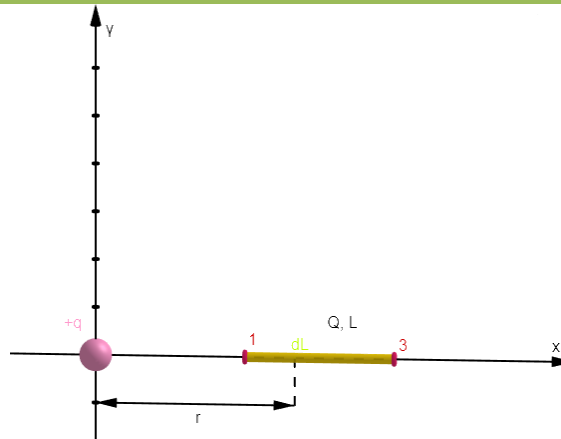


Ilustración 53. Atracción entre una carga puntual y un conductor rectilíneo

EJERCICIOS PROPUESTOS:

1. Las siguientes cargas puntuales $Q_1 = 3 \mu C$ en $(0; -2; 4)$, $Q_2 = -6 \mu C$ en $(2; 3; 5)$, $Q_3 = -9 \mu C$ en $(-4; -2; 4)$, se encuentran sumergidas en agua. Halle la fuerza que ejerce Q_1 sobre Q_2 y Q_3 .
2. Una carga puntual $q = 35 \mu C$ se encuentra a 4 m a la derecha de un conductor rectilíneo de 11 m de largo, reteniendo una carga de $420 \mu C$, uniformemente distribuida. Calcule el valor de la fuerza ejercida.

NOMBRE DEL RECURSO DIDÁCTICO

Intensidad de campo eléctrico de esferas conductoras cargadas

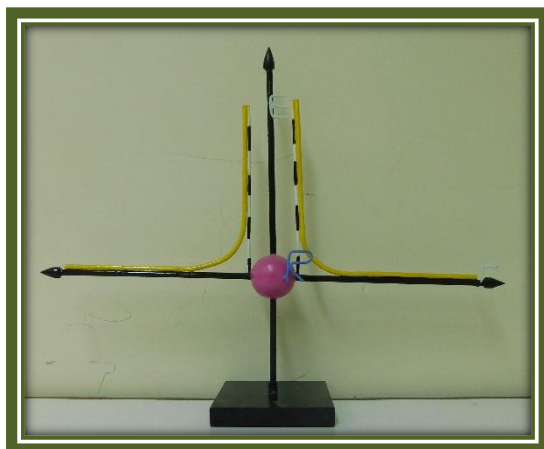


Ilustración 54. Intensidad de campo eléctrico de esferas conductoras cargadas

TEMÁTICA QUE CUBRE:

- **VARIOS:** Carga eléctrica, corriente eléctrica, ley de Coulomb, campo eléctrico.

DESCRIPCIÓN

ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Eje r	Alambre galvanizado	Negro	1	Distancia Radial
Eje E	Alambre galvanizado	Negro	1	Campo eléctrico
Esfera	Hierro	Rosado	1	Esfera conductora
Línea curva	Alambre galvanizado	Amarillo	2	Intensidad de campo eléctrico
Letra R	Alambre galvanizado	Azul	1	Radio de la esfera
Letras (E,r)	Alambre galvanizado	Blanco	2	Nombre de los ejes
Líneas auxiliares	Alambre galvanizado	Blanco-negro	2	Líneas de acotación
Base	Madera	Negro	1	

GUÍA PARA EL MAESTRO



OBJETIVO: Conocer el concepto vectorial de intensidad de campo eléctrico, aplicado a esferas conductoras.

PROCEDIMIENTO:

- a) Presentar el recurso didáctico, mencionando la finalidad del mismo y cada una de sus partes.
- b) Explicar la funcionalidad y simbología presente en el instrumento.
- c) Recordar, mediante un interrogatorio verbal, los conceptos vistos anteriormente tales como, ley Coulomb, campo eléctrico, intensidad.
- d) Mencionar las unidades de cada magnitud según el Sistema Internacional.
- e) Hallar el valor de la intensidad de campo eléctrico en una esfera.

MARCO TEÓRICO

En la naturaleza se presentan dos tipos de fuerzas; la fuerza de contacto que actúa al interactuar físicamente objetos mediante el rozamiento y la fuerza de acción a distancia, que no necesita materia alguna para transmitirse. Un ejemplo de este tipo de fuerzas es la que se presenta al interactuar dos cargas eléctricas, no necesitan tener un rozamiento directo entre ellas, pero aun así se atraen y repelen según la carga que tengan uno y otro.

Una carga q_2 interactúa alrededor de una carga q_1 ocupando diferentes posiciones. En cada posición la carga q_2 experimenta una fuerza producto de la interacción con la carga q_1 . Entonces ambos cuerpos como resultado de la carga que poseen, modifican las propiedades del espacio que los rodean. A esta perturbación de la región del espacio se lo denomina campo eléctrico.

Ahora bien, la magnitud de esta alteración en un punto específico se denomina intensidad de campo eléctrico y se define como “la fuerza eléctrica que recibiría la

unidad de carga positiva situada en los alrededores del cuerpo cargado” (Espinosa, Pérez Rodríguez, Miret, & M., 2011)

La siguiente gráfica muestra el campo eléctrico y las líneas de fuerza en un dipolo.

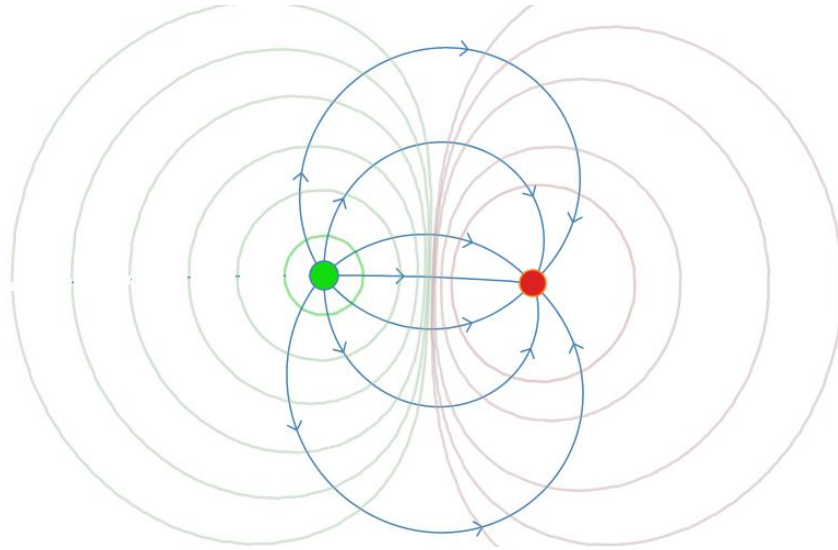


Ilustración 55. Líneas de campo generadas entre dos cargas puntuales.²

Seguido con lo anterior, se define la intensidad de campo eléctrico \vec{E} como el cociente entre la fuerza \vec{F} eléctrica ejercida sobre la unidad de carga positiva y la carga q que posee la misma, Siendo su expresión vectorial así:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Su unidad es el $\frac{V}{m} = \frac{N}{C} = \frac{kg \cdot m}{s^2} C^{-1}$

Si el campo es producido por una carga puntual, su expresión es:

² Líneas de campo obtenidas mediante simulador online “Electrical Field Lines And Equipotential Surfaces Simulation (With D3.Js)”

$$\vec{E} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon r^2} \vec{u}_r = \frac{Q}{4\pi\epsilon r^2} \vec{u}_r$$

En este caso al ser una carga puntual, su carga q se considera despreciable. Además su vector unitario se origina en Q , con dirección espacial radial, sentido saliente de las cargas positivas y entrante para las cargas negativas.

En el mismo sentido, para hallar la intensidad de campo eléctrico en un punto D , producido por un conjunto de cargas puntuales, se halla la suma vectorial de los campos creados por cada una de las cargas, es decir :

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \vec{E}_4 + \dots = \sum \vec{E}_i$$

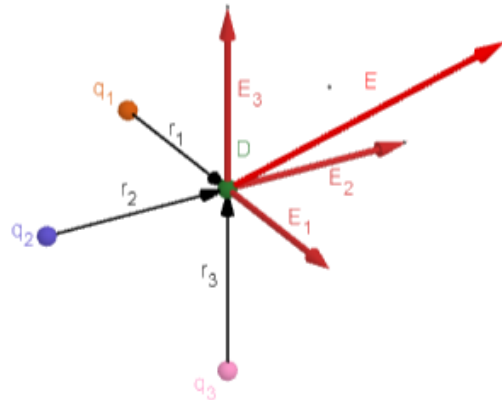


Ilustración 56. Intensidad de campo eléctrico en un sistema de cargas puntuales.

Siguiendo con lo anterior , y ampliando el concepto de intensidad de campo eléctrico, analizar :

Una esfera conductora de radio R , es cargada eléctricamente hasta un valor Q de manera que la carga se distribuirá eléctricamente sobre su superficie exterior. La

intensidad de campo eléctrico que producirá en el espacio circundante está dada por :

$$\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon r^2} \vec{u}_r$$

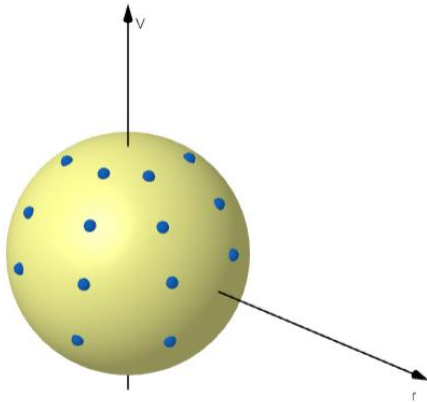


Ilustración 57. Esfera conductora de radio R, cargada.

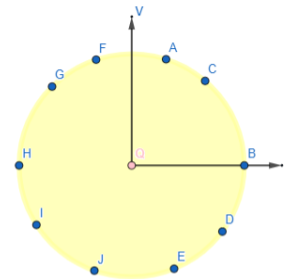


Ilustración 58. Sección transversal de la esfera conductora cargada.

$$r \geq R$$

Fuera de la esfera, el campo es similar al que se produce por una carga puntual q situada en el centro de la esfera. Asumiendo que la carga puntal es positiva esta arrastrará las cargas libres negativas y positivas hacia la superficie de la esfera, de manera que en el interior de la esfera el campo es nulo.

$$\vec{E} = 0$$

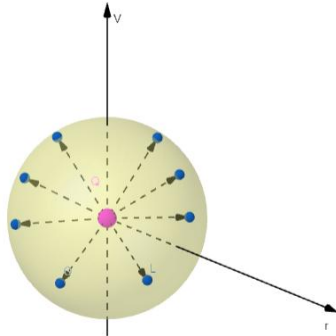


Ilustración 59. Representación de una carga puntual q en el centro de la esfera

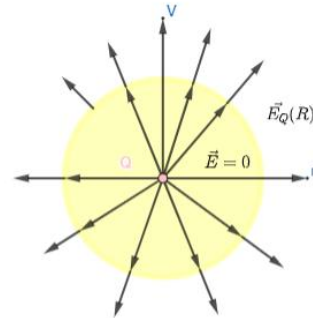


Ilustración 60. Sección transversal del campo eléctrico dentro de la esfera.

A esto se lo conoce como blindaje electrostático o efecto jaula de Faraday, en donde cualquier esfera o conductor hueco en su interior, la intensidad de campo eléctrico es 0, anulando la influencia de campos externos.

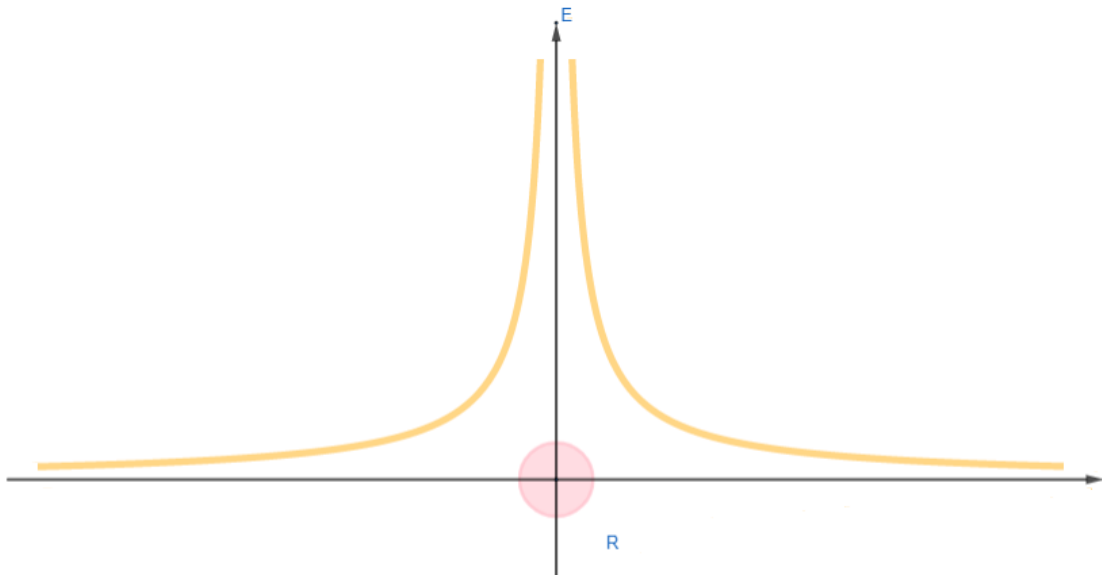


Ilustración 61. Intensidad de campo eléctrico de una esfera conductora



EJERCICIO MODELO:

1. Hallar el valor del radio de una esfera conductora que ha almacenado $50 \mu C$ de carga en el vacío, si produce un campo eléctrico de $5E6$ V/m.

Solución:

- De la ecuación de intensidad de campo eléctrico, despejamos $r = R$

$$E = \frac{Q}{4\pi\epsilon R^2}$$

$$R^2 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 E}$$

$$R = \sqrt{\frac{Q}{4\pi\epsilon_0 E}} \quad (1)$$

- Sustituir $Q = 50E-6$ C ; $E=5E6$ V/m ; $\epsilon_0 = 8,854 E-12$ en (1)

$$R = \sqrt{\frac{(50E-6)}{(4\pi)(8,854E-12)(5E6)}} = 0,299 \text{ m}$$

2. Determinar la fuerza de una esfera conductora de 5 m de radio y de 3 m C de carga, si se deposita sobre ella una carga de $-4 \mu C$.

Datos :

$$Q_{esfera} = 3 E - 3 C$$

$$q = -4 E - 6 C$$

$$r = R = 5 m$$



Solución:

- Sustituir en la expresión de intensidad de campo eléctrico, los valores anteriores.

$$E = \frac{Q_{esfera}}{4\pi\epsilon R^2} = \frac{(3E - 3)}{(4\pi)(8,854E - 12)(5)^2} = 1,078 E - 10 \text{ V/m}$$

- La fuerza de interacción será:

$$F = q.E = (-4E - 6)(1,078 E - 10) = -4,312E - 16 N$$

ACTIVIDADES PROPUESTAS:

1. Subraye la respuesta correcta.

- La región del espacio que sufre una perturbación, al interactuar una carga se llama:
 - a) Potencial eléctrico
 - b) Campo Eléctrico.
 - c) Intensidad de campo eléctrico.
- La fuerza eléctrica que recibiría la unidad de carga positiva situada en los alrededores del cuerpo cargado, recibe el nombre de:
 - a) Campo eléctrico.
 - b) Intensidad de campo eléctrico.
 - c) Carga eléctrica.
- La fuerza eléctrica es un ejemplo de:
 - a) Fuerzas de contacto
 - b) Fuerza de acción a distancia.
- En el interior de una esfera cargada, la intensidad de campo eléctrico es nulo.



a) Falso

b) Verdadero

- El fenómeno en el que cualquier esfera o conductor hueco en su interior, anula la influencia de campos externos se denomina:
 - a) Campo eléctrico
 - b) Blindaje electrostático
 - c) Ley de Coulomb
- Una esfera conductora al ser cargada, distribuye los electrones libremente hacia el interior de la misma
 - a) Falso
 - b) Verdadero
- Para hallar la intensidad de campo eléctrico en un punto, producido por un conjunto de cargas puntuales, se realiza la suma vectorial de los campos creados por cada una de las cargas
 - a) Falso
 - b) Verdadero

2. Resuelva los siguientes ejercicios

- A una esfera hueca de cobre de 8 mm en el vacío, se le ha cargado $8 \mu\text{C}$. Determinar la intensidad de campo eléctrico de dicha carga.
- Halle el radio de una esfera conductora que ha almacenado 12 mC de carga en el vacío, produciendo un campo eléctrico de $5,3 \times 10^6 \text{ V/m}$.
- ¿Con qué fuerza se separaran dos esferas en el vacío, si sus radios son de 3 m, 6 m y 2,4 m respectivamente? Además la primera tiene una carga $3 \mu\text{C}$ y la segunda 28 mC

NOMBRE DEL RECURSO DIDÁCTICO

Energía del campo eléctrico

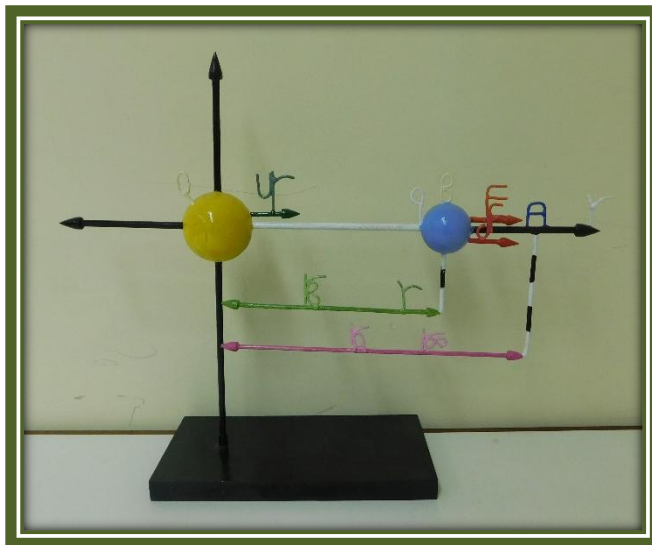


Ilustración 62. Energía de campo eléctrico entre dos cargas.

TEMÁTICA QUE CUBRE:

- **VARIOS** : Campo eléctrico, ley de Coulomb, energía potencial eléctrica

DESCRIPCIÓN

ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Eje r	Alambre galvanizado	Negro	1	Distancia radial
Eje vertical	Alambre galvanizado	Negro	1	
Esfera N° 1	Hierro	Amarillo	1	Carga puntual
Esfera N°2	Hierro	Celeste	1	Carga eléctrica



Vector \vec{u}_r	Alambre galvanizado	Verde	1	Unitario radial
Vector \vec{F}_c	Alambre galvanizado	Anaranjado	1	Fuerza conservativa
Vector \vec{d}_r	Alambre galvanizado	Rojo	1	Diferencial de r
Línea de cota N° 1	Alambre galvanizado	Verde	1	Valor dimensional \overline{OB}
Línea de cota N°2	Alambre galvanizado	Morado	1	Valor dimensional \overline{OA}
Líneas discontinuas	Alambre galvanizado	Blanco y negro	1	Acotación
Letras r,q	Alambre galvanizado	Blanco	2	Nombre de eje y carga
Letras $r_B=r$	Alambre galvanizado	Verde	2	Distancia al punto B
Letra r	Alambre galvanizado	Blanco	1	Distancia
Letras $r_A = r_\infty$	Alambre galvanizado	Morado	2	Distancia al punto A
Letra Q,B	Alambre galvanizado	Marfil	2	Carga puntual y punto B
Letra A	Alambre galvanizado	Azul	1	Punto
Base	Madera	Negro	1	
GUÍA PARA EL MAESTRO				



OBJETIVO: Comprender el concepto de energía de un campo eléctrico para una y N cargas puntuales mediante las expresiones de trabajo y energía potencial eléctrica.

PROCEDIMIENTO:

- a) Presentar el recurso didáctico, mencionando la finalidad del mismo y cada una de sus partes.
- b) Explicar la funcionalidad y simbología presente en el instrumento.
- c) Recordar mediante un interrogatorio verbal, los conceptos vistos anteriormente tales como, ley Coulomb, campo eléctrico, trabajo de una fuerza, energía potencial eléctrica.
- d) Recordar el método de integración de una función.
- e) Mencionar las unidades de cada magnitud según el Sistema Internacional.
- f) Hallar el valor de la energía potencial de una y varias cargas eléctricas.

MARCO TEÓRICO

La fuerza se define como todo aquello capaz de alterar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo, también se la conoce como la magnitud vectorial que mide el cambio del momento lineal entre dos partículas. Pues bien, cuando esta es constante es decir tiene la misma magnitud y dirección, al aplicarse sobre una partícula y la desplaza de su posición de inicio a otra en dirección de la fuerza, esta ha realizado un trabajo sobre la partícula. Su expresión es:

$$W = \vec{F} \cdot \overrightarrow{\Delta r}$$

Su unidad es el Julio o Joule (J)

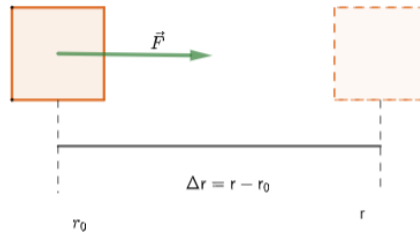


Ilustración 63. Trabajo realizado por una fuerza constante.

Si la fuerza no actúa en dirección del movimiento, la componente horizontal (x) de esta, es paralela al movimiento y realiza el trabajo. La componente vertical (y) no realiza trabajo alguno pues es perpendicular al desplazamiento. Se reescribe su expresión de la siguiente forma:

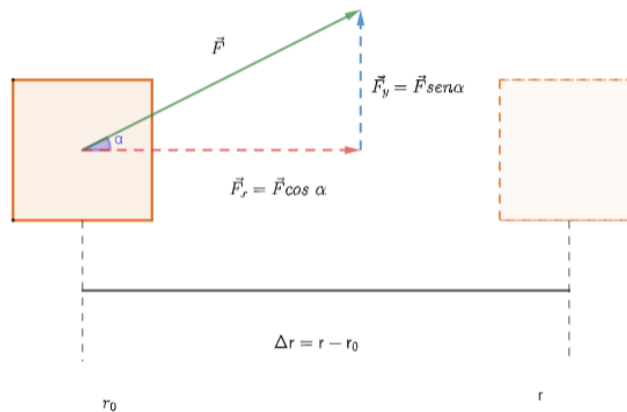


Ilustración 64. Trabajo realizado por una fuerza constante de diferente dirección al movimiento.

$$W = \vec{F} \cos \alpha \cdot \vec{\Delta r}$$

Si en el caso la fuerza cambia su módulo o dirección es decir es variable y actúa sobre un objeto a lo largo del eje r , de manera que lo mueve desde un punto A hasta



un punto B, el trabajo ya no se calcularía con las expresiones anteriores. Es necesario obtener pequeños desplazamientos $d\vec{r}$, considerando la componente horizontal de fuerza \vec{F}_x constante en el intervalo $d\vec{r}$, permitiendo calcular el trabajo dW en ese intervalo. Entonces se obtiene:

$$dW = \vec{F}_x d\vec{r}$$

Para obtener el trabajo total desde el punto A hasta B se suman todos los pequeños trabajos, así:

$$W_{AB} = \int_A^B dW = \int_A^B \vec{F}_x d\vec{r}$$

$$W_{AB} = \int_A^B \vec{F}_x d\vec{r} = W_{AB} = \int_A^B \vec{F} d\vec{r}$$

En relación a esto, cuando se realiza un trabajo, existe transferencia de energía, la cual se define como la capacidad que tiene un objeto para realizar un trabajo. Según su movimiento o posición dentro de un campo de fuerzas puede ser cinética o potencial.

Para la energía potencial, el trabajo realizado por una fuerza conservativa no depende de la trayectoria que siga el objeto desde una posición a otra.³ Su variación se puede calcular desde la ubicación dentro de un campo de fuerzas. Es entonces que la energía potencial se define como “el trabajo que realiza un campo conservativo, mediante su fuerza conservativa \vec{F}_c , para desplazar una partícula desde un punto

³ “Se llaman fuerzas conservativas aquellas para las cuales el trabajo realizado por las fuerzas para mover un cuerpo entre dos puntos por cualquier trayectoria arbitraria, no depende de la trayectoria que une los puntos. Las fuerzas que dependen de la posición son conservativas, por ejemplo: la gravitacional, elástica, electromagnética, etc” (Inzunza, 2006)

cualquiera B, hasta el punto de referencia, A, en el cual la energía es nula” (Avecillas Jara, 2008) . Con esto , la ecuación que define la energía potencial es :

$$E_{PE} = - \int_A^B \vec{F}_C \cdot d\vec{r}$$

Al hablar de campos conservativos, la expresión depende de la posición del observador y del sistema de referencia. En el caso que el campo eléctrico sea producido por una carga puntual Q o una esfera conductora, estando el observador en la misma posición, la energía potencial eléctrica en una posición cualquiera, B, es el trabajo realizado por el campo para desplazar una carga q hasta el punto de referencia, punto A, el cual se encuentra en el infinito.

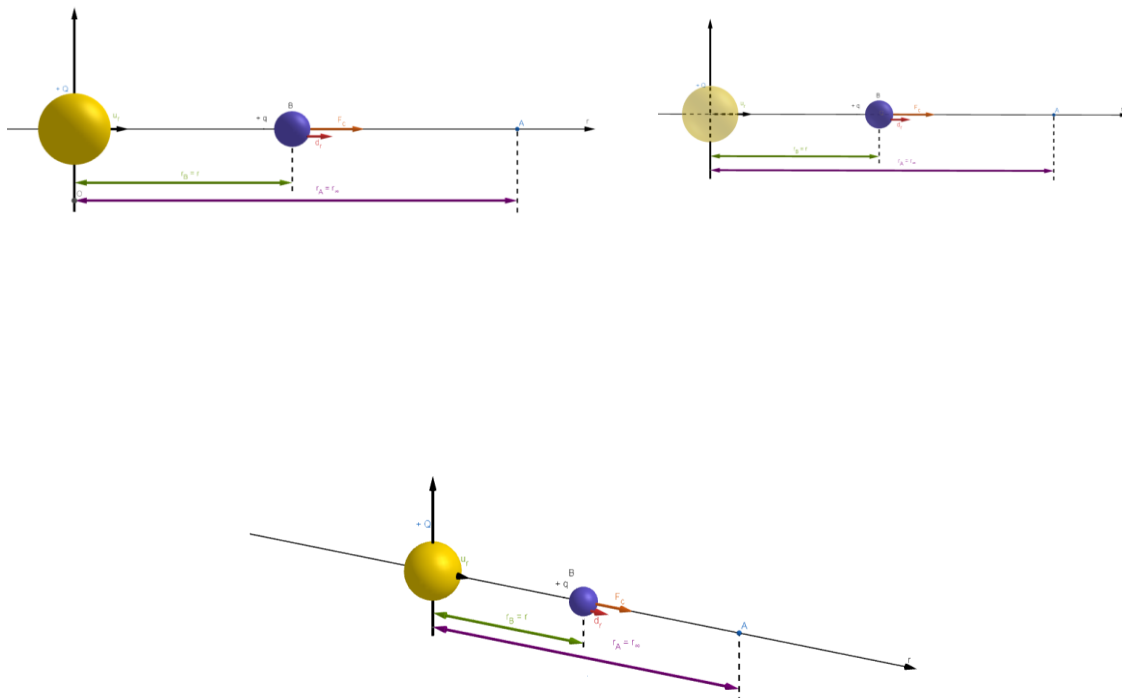


Ilustración 65. Trabajo realizado por una carga Q sobre q desde el punto B hacia A



$$\vec{F}_C = \frac{Qq}{4\pi\epsilon r^2} \vec{u}_r \quad ; \quad d\vec{r} = dr \, d\vec{u}_r$$

$$E_{PE} = - \int_A^B \vec{F}_C \cdot d\vec{r}$$

$$E_{PE} = - \int_{r_A}^{r_B} \frac{Qq}{4\pi\epsilon r^2} \vec{u}_r \cdot dr \, d\vec{u}_r$$

$$E_{PE} = - \frac{Qq}{4\pi\epsilon} \int_{r_A}^r \frac{1}{r^2} \vec{u}_r \cdot dr$$

$$E_{PE} = - \frac{Qq}{4\pi\epsilon} \int_{r_A}^r \frac{1}{r^2} \vec{u}_r \cdot d\vec{r}$$

$$E_{PE} = - \frac{Qq}{4\pi\epsilon} \int_{r_A}^r \frac{d\vec{r}}{r^2} = - \frac{Qq}{4\pi\epsilon} \left(\frac{1}{r} \right)_{r_A}^{r_\infty}$$

$$E_{PE} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_\infty} \right)$$

$$E_{PE} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon} \left(\frac{1}{r} - 0 \right)$$

$$E_{PE} = \frac{Qq}{4\pi\epsilon r}$$



La cual depende de los signos de las cargas, pudiendo ser positivas o negativas.

$$E_{PE} = \sum E_{PEi} = \frac{q}{4\pi\epsilon} \sum \frac{Q_i}{r_i}$$

Ecuación para la energía potencial de una carga q , dentro de un campo eléctrico generado por un sistema de cargas puntuales (Q_i). Es importante en esta ecuación mantener el signo de las cargas.

EJERCICIO MODELO:

- 1. Determine la energía potencial de una carga $q=-3 \mu C$, en $(4,-4,8)$ situada en el vacío dentro de un campo eléctrico cuyas cargas son $Q_1= 17 \mu C$ en $(0,-5,7)$; $Q_2= 22 \mu C$ en $(5,-5,5)$; $Q_3=98 \mu C$ en $(-4,7,-5)$***

Solución :

- Obtener las distancias entre cada carga Q y q

$$r_{Q_1q} = \sqrt{(4 - 0) + (-4 + 5) + (8 - 7)}$$

$$r_{Q_1q} = \sqrt{(4^2) + (1^2) + (1^2)} = \sqrt{18}$$

$$r_{Q_2q} = \sqrt{(4 - 5) + (-4 + 5) + (8 - 5)}$$

$$r_{Q_2q} = \sqrt{(-1^2) + (1^2) + (3^2)} = \sqrt{11}$$

$$r_{Q_3q} = \sqrt{(4 + 4) + (-4 - 7) + (8 + 5)}$$

$$r_{Q_3q} = \sqrt{(8^2) + (-11^2) + (13^2)} = \sqrt{354}$$

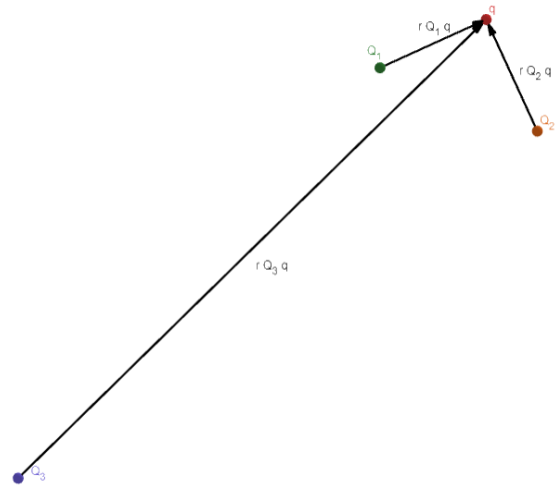


Ilustración 66. Representación de la interacción entre Q_1, Q_2, Q_3

- Aplicar la ecuación para la energía potencial de una carga dentro de un sistema de cargas

$$E_{PE} = \sum E_{PEi} = \frac{q}{4\pi\epsilon} \sum \frac{Q_i}{r_i}$$

$$E_{PE} = \frac{3E - 6}{(4\pi)(8,854E - 12)} \left(\frac{Q_1}{r_{Q_1q}} + \frac{Q_2}{r_{Q_2q}} + \frac{Q_3}{r_{Q_3q}} \right)$$

$$E_{PE} = \frac{3E - 6}{(4\pi)(8,854E - 12)} \left(\frac{17E - 6}{\sqrt{18}} + \frac{22E - 6}{\sqrt{11}} + \frac{98E - 6}{\sqrt{354}} \right)$$

$$E_{PE} = 0,427 J$$

2. Una pirámide cuadrangular, en cuyos vértices de la base se encuentran cargas

$Q_1 = -5 \text{ mC}$ en $(-2,0,0)$; $Q_2 = 4 \text{ mC}$ en $(2,0,0)$; $Q_3 = 7 \text{ mC}$ en $(2,4,0)$; $Q_4 = -8 \text{ mC}$ en $(-2,4,0)$. Determine la energía potencial que almacena una carga $q = -2 \text{ mC}$ en $(0,2, 5)$ en el vacío.

Solución:

- Obtener las distancia entre cada carga Q_i y q

$$r_{Q_1q} = \sqrt{(0 + 2)^2 + (2 - 0)^2 + (5 - 0)^2}$$

$$r_{Q_1q} = \sqrt{(2^2) + (2^2) + (5^2)} = \sqrt{33}$$

$$r_{Q_2q} = \sqrt{(0 - 2)^2 + (2 - 0)^2 + (5 - 0)^2}$$

$$r_{Q_2q} = \sqrt{(-2)^2 + (2^2) + (5^2)} = \sqrt{33}$$

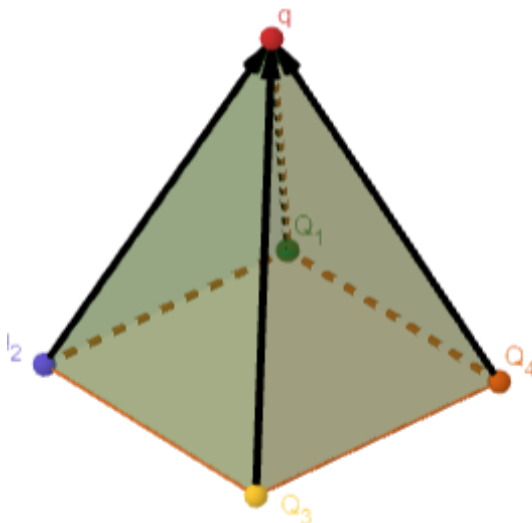


Ilustración 67. Interacción de cuatro cargas en una pirámide cuadrangular.

$$r_{Q_1q} = r_{Q_2q} = r_{Q_3q} = r_{Q_4q}$$

La distancia entre Q_i y q en cada vértice es la misma.



- Aplicar la ecuación para la energía potencial de una carga dentro de un sistema de cargas

$$E_{PE} = \sum E_{PEi} = \frac{q}{4\pi\epsilon} \sum \frac{Q_i}{r_i}$$

$$E_{PE} = \frac{q}{(4\pi)(8,854E-12)} \left(\frac{Q_1}{r_{Q1q}} + \frac{Q_2}{r_{Q2q}} + \frac{Q_3}{r_{Q3q}} + \frac{Q_4}{r_{Q4q}} \right)$$

$$E_{PE} = \frac{2E-3}{(4\pi)(8,854E-12)} \left(\frac{-5E-3}{\sqrt{33}} + \frac{4E-3}{\sqrt{33}} + \frac{7E-3}{\sqrt{33}} + \frac{-8E-3}{\sqrt{33}} \right)$$

$$E_{PE} = -6258,260 \text{ J}$$

ACTIVIDADES:

- Una con una línea

Energía potencial eléctrica

Aquellas en las que el trabajo realizado por las fuerzas para mover un cuerpo entre dos puntos por cualquier trayectoria arbitraria, no depende de la trayectoria que une los puntos.

Trabajo de una fuerza constante

Magnitud vectorial que mide el cambio del momento lineal entre dos partículas

Fuerzas conservativas

La fuerza aplicada que no cambia de magnitud o dirección y que traslada un objeto de un lugar a otro.



• **Relacione cada ecuación con su respectivo nombre**

a) $E_{PE} = \sum E_{PEi} = \frac{q}{4\pi\epsilon} \sum \frac{Q_i}{r_i}$ () Trabajo de una fuerza variable

b) $W_{AB} = \int_A^B \vec{F}_x d\vec{r} = W_{AB} = \int_A^B \vec{F} d\vec{r}$ () Trabajo generado por una fuerza constante

$E_{PE} = - \int_A^B \vec{F}_C \cdot d\vec{r}$ () Energía potencial de una carga q dentro de un campo eléctrico

c) () generado por un sistema de cargas puntuales (Q_i)

$W = \vec{F} \cos \alpha \cdot \Delta r$ () Energía potencial generada para campos y fuerzas conservativas

d)

3. Resuelva, en su cuaderno los siguientes ejercicios.

- Calcule la energía potencial almacenada por la carga $q = 3 \text{ mC}$ en (0; 3; 2,5), si se tienen ocho cargas idénticas $Q = 35 \text{ } \mu\text{C}$ que coinciden con los vértices de un paralelepípedo en (4,0,0) ; (-4,0,0) ; (4,6,0) ; (-4,6,0) ; (4,6,5) ; (-4,6,5) ; (4,0,5) ; (-4,0,5)
- Determine la energía potencial de una carga $q = -5 \text{ } \mu\text{C}$, en (9,-3,7) situada en el vacío dentro de un campo eléctrico cuyas cargas son $Q_1 = 70 \text{ mC en } (0,-7,9)$; $Q_2 = 34 \text{ } \mu\text{C en } (6,-4,7)$; $Q_3 = 82 \text{ } \mu\text{C en } (-5,8,-4)$

NOMBRE DEL RECURSO DIDÁCTICO

Potencial eléctrico de un punto

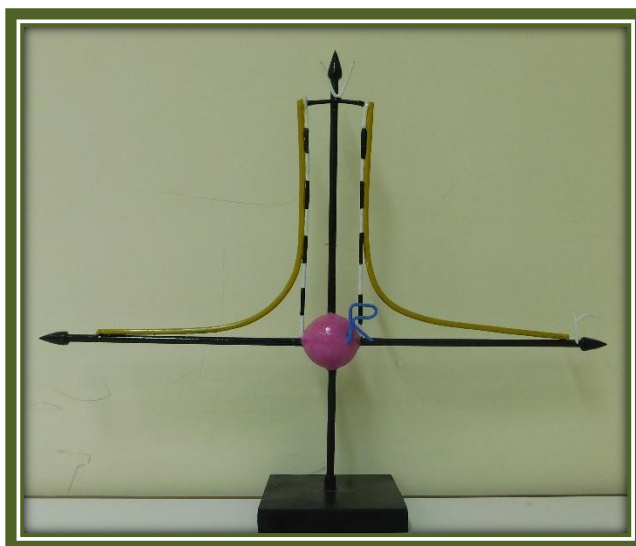


Ilustración 68. Potencial eléctrico de un punto.

Temática que cubre:

- **VARIOS:** carga eléctrica, corriente eléctrica, ley de coulomb, campo eléctrico.

DESCRIPCIÓN

Elemento	Material	Color	Cantidad	Representa
Eje r	Alambre galvanizado	Negro	1	Distancia radial
Eje v	Alambre galvanizado	Negro	1	Potencial eléctrico
Esfera	Hierro	Rosado	1	Esfera conductora
Línea curva	Alambre galvanizado	Amarillo	2	Intensidad de campo eléctrico



Letra r	Alambre galvanizado	Azul	1	Radio de la esfera
Letras (e,r)	Alambre galvanizado	Blanco	2	Nombre de los ejes
Líneas discontinuas auxiliares	Alambre galvanizado	Blanco-negro	2	Líneas de acotación
Base	Madera	Negro	1	

GUÍA PARA EL MAESTRO

OBJETIVO: Conocer el concepto de potencial de campo eléctrico, aplicado a una carga puntual Q mediante la aplicación de sus expresiones matemáticas en la resolución de problemas propuestos.

PROCEDIMIENTO:

- f) Presentar el recurso didáctico, mencionando la finalidad del mismo y cada una de sus partes.
- g) Explicar la funcionalidad y simbología presente en el instrumento.
- h) Recordar mediante un interrogatorio verbal, los conceptos vistos anteriormente tales como ley Coulomb, campo eléctrico, intensidad.
- i) Hallar el valor del potencial eléctrico producido por una carga puntual.

MARCO TEÓRICO

Se ha definido a la energía electrostática como el trabajo que hay que realizar para desplazar, en el caso de cargas puntuales, una carga q con posición arbitraria hasta un punto referencial A que se encuentra en el infinito.



Ahora bien centrándonos en un punto cualquiera de un campo eléctrico, la energía potencial en dicho punto es independiente del valor de la carga. Por lo que su valor se obtiene mediante :

$$V = \frac{E_{PE}}{q}$$

A esta cantidad se la conoce como potencial eléctrico y se define como el cociente entre la energía potencial y la carga de prueba. Su valor puede ser positivo o negativo, reconociéndose como una magnitud escalar.

- a) Si consideremos un punto A dentro del campo eléctrico producido por una carga puntual Q, su potencial eléctrico se calcula mediante:
- b) El campo es producido por un sistema de cargas puntuales, su potencial eléctrico en el punto A se halla mediante:

$$V_A = \frac{Q}{4\pi\epsilon r_A}$$

$$V_A = \frac{1}{4\pi\epsilon} \sum \frac{Q_i}{r_i}$$

- c) Cuando el campo es producido por una esfera conductora cargada de radio R, el potencial eléctrico en el mismo punto es:

$$V_A = \frac{Q}{4\pi\epsilon r_A} \quad r_A > R$$

$$V_A = \frac{q}{4\pi\epsilon R} \quad r_A \leq R$$

El potencial eléctrico dentro de la esfera es constante e igual al potencial de la superficie.

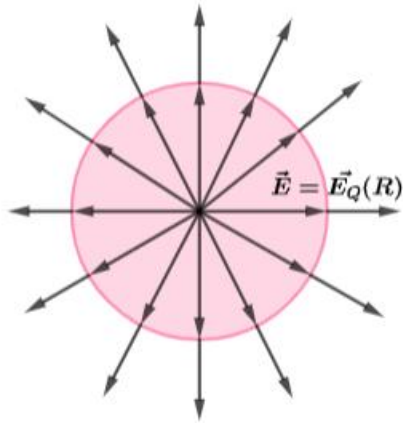


Ilustración 69. Potencial eléctrico dentro de una esfera

La gráfica V-r para una esfera cargada ya sea hueca o maciza de Radio R se aproxima a:

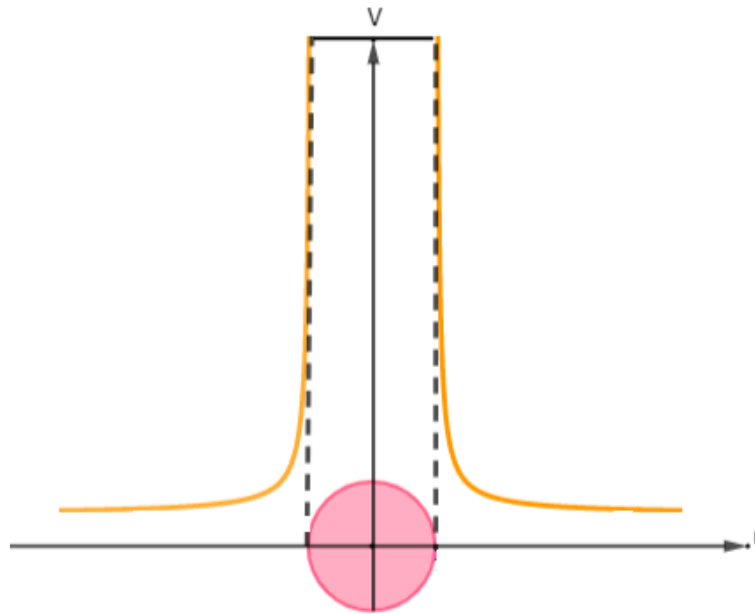


Ilustración 70. Gráfica V-r de una esfera cargada

EJERCICIO MODELO:

1. Calcular el potencial eléctrico en $M (6;4,3)$, producido por una carga puntual

$Q = 56 \mu C$ en el vacío situada en el punto $(-5,-4,6)$.

Solución:

- Determinar la distancia radial

$$r_{QM} = \sqrt{(6 + 5)^2 + (4 + 4)^2 + (3 + 6)^2}$$

$$r_{QM} = \sqrt{(11)^2 + (8)^2 + (9)^2}$$

$$r_{QM} = \sqrt{266}$$

- Aplicar la ecuación para el potencial eléctrico para una carga puntual

$$V_M = \frac{Q}{4\pi\epsilon r_{QM}} = \frac{56 E - 6}{(4\pi)(8,854E - 12)(\sqrt{266})}$$

$$V_M = 30860,1353 V$$

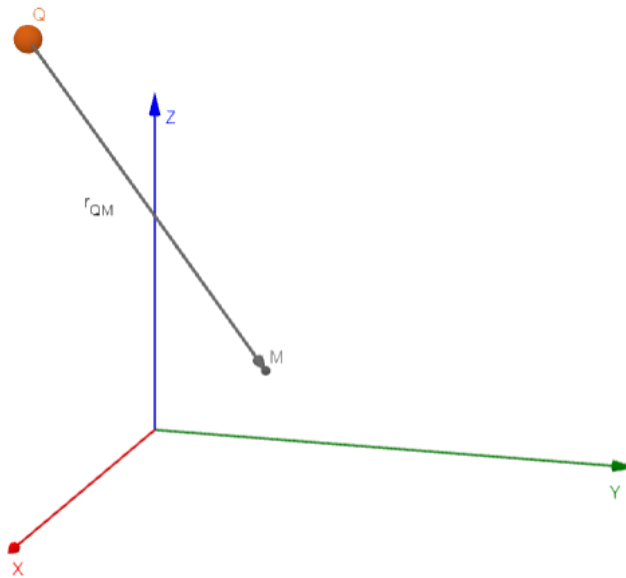


Ilustración 71. Interacción de Q en M (6;4;3)

- 2. Calcular el potencial eléctrico en D, generado por las cargas que se muestran en la figura:**

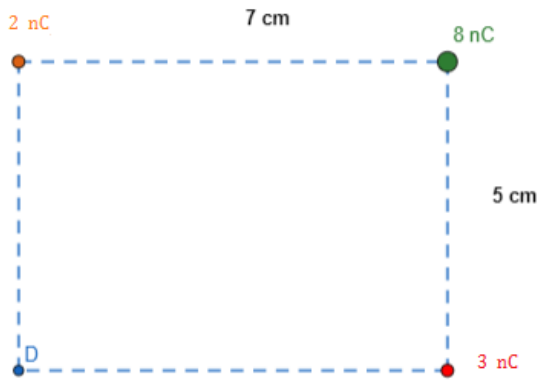


Ilustración 72. Interacción entre tres cargas puntuales y un punto D.

Solución :

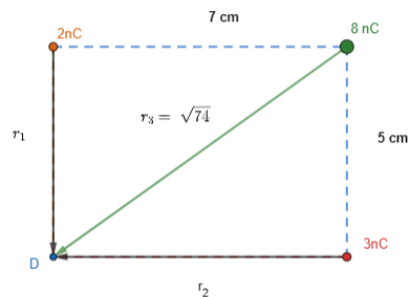
- *Determinar las distancias de cada carga con respecto al punto D.*

$$r_1 = 5 \text{ cm}$$

$$r_2 = 7 \text{ cm}$$

$$r_3 = \sqrt{(7)^2 + (5)^2} = \sqrt{74}$$

- *Sustituir estos valores en la ecuación de potencial eléctrico en un sistema de cargas puntuales.*





$$V_D = \frac{1}{4\pi(8,854E - 12)} \left(\frac{2E - 9}{5} + \frac{3E - 9}{7} + \frac{8e - 9}{\sqrt{74}} \right)$$

Ilustración 73. Distancia de cada carga con respecto al punto D.

$$V_D = 15,805 \text{ V}$$

ACTIVIDADES

1. Escriba falso (F) o verdadero (V).

- El potencial eléctrico en el interior de una esfera conductora no es igual al potencial eléctrico en su superficie. ()
- La energía electrostática es el trabajo realizado al desplazar cargas puntuales desde una posición arbitraria hasta un punto referencial A que se encuentra en el infinito. ()
- Para hallar el potencial eléctrico de un campo eléctrico formado por un sistema de cargas puntuales, es necesario calcular la distancia ()



existente entre cada carga puntual con respecto al punto

- El cociente entre la energía potencial y la carga de () prueba se denomina intensidad de campo eléctrico.

2. Del conjunto de magnitudes , encierre en un círculo aquellos que me faltan para completar cada expresión:

$$V_A = \frac{Q}{4\pi r_A}$$

$Q, r_A, 4\pi, \varepsilon, Q_i, r_i, R$

$$V_A = \frac{1}{\varepsilon} \sum \frac{Q_i}{r_i}$$

$r_A, Q, 4\pi, \varepsilon, , r_i, R$

$$V_A = \frac{Q}{4\pi\varepsilon}$$

$$r_A > R$$

$Q, r_A, 4\pi, \varepsilon, Q_i, r_i, R$

3. Resuelva los siguientes ejercicios.

- En el vacío una esfera, digamos de 0,8 cm de diámetro es cargada, esta adquiere una carga del orden de 3×10^{-18} nC ¿Cuál será el potencial eléctrico a una distancia de unos 32 cm de la esfera?



- ¿Cuál es el potencial eléctrico en el vacío, de un punto B (-1, 3,2), producido por tres cargas puntuales $Q_1 = -12 \mu C$, $Q_2 = 32 \mu C$, $Q_3 = -80 nC$ situadas en (-3; 5;7) , (4,6, 3), (1;-5;7) respectivamente?

NOMBRE DEL RECURSO DIDÁCTICO

Escalas musicales



Ilustración 74. Notas musicales en un xilófono.

TEMÁTICA QUE CUBRE:

- **VARIOS:** Longitud de onda, frecuencia.

DESCRIPCIÓN

ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANTIDAD
Guitarra de son			
Cuerdas	Nylon	N / C	4
Cejillas	Metal	Dorado	2
Trastes o rieles	Metal	Dorado	8
Diapasón	Madera	Marrón	1
Boca	Madera	Marrón	1
Tapa	Madera	Marrón	1



Cejilla del puente	Madera	Dorado	1
Puente	Madera	Marrón	
Caja de resonancia	Madera	Marrón	1
Mástil	Madera	Marrón	1
Clavijero	Madera	Café	1
Flauta			
Embocadura	Madera	Marfil	1
Bisel	Madera	Marfil	1
Cabeza	Madera	Morado	1
Cuerpo	Madera	Morado	1
Pie	Madera	Morado	1
Tambor andino			
Membrana	Cuero de oveja	Blanco-marrón	2
Aro	Madera	Café	2
Cuerpo	Madera	Café	1
Mazos	Madera	Café	1
Presillas	Cuero	Marrón	3
Xilófono			
Sol (G)	Metal	Rojo	1
La(A)	Metal	Naranja	1
Si(B)	Metal	Amarillo	1



Do(C)	Metal	Verde	1
Re(D)	Metal	Celeste	1
Mi(E)	Metal	Azul	1
Fa(F)	Metal	Morado	1
Sol(G)	Metal	Rosado	1
Baqueta	Madera	Beige	1
Base	Madera	Beige	1

GUÍA PARA EL MAESTRO

OBJETIVO: Conocer la escala cromática en medida de su frecuencia. Conocer algunas características de los instrumentos musicales más conocidos.

PROCEDIMIENTO:

- Presentar el recurso didáctico musical, mencionando la finalidad del mismo y cada una de sus partes.
- Explicar la funcionalidad y simbología presente en el instrumento.
- Recordar mediante un interrogatorio verbal, los conceptos de onda sonora y frecuencia
- Determinar la frecuencia de notas musicales.

MARCO TEÓRICO

“El sonido nació en el primer momento en que un vientecillo empezó a agitar el aire. ¡Mientras el aire no es agitado, el sonido no se produce!” (Carrillo, 2014) Por lo que una onda necesita un medio material para propagarse.

El ser humano en su búsqueda continua y necesaria de entender las diferentes reacciones que estimulan su cuerpo, se dio cuenta que todo lo que se mueve en

nuestro planeta, al entrar en contacto con el aire, produce una vibración la cual la percibimos como sonido, el cual se transmite a través de ondas sonoras.

Una onda sonora es una vibración en el medio, sus partes y elementos son

- periodo (T) .- El tiempo que tarda en cumplir un ciclo
- frecuencia (f) .- Número de ciclos por segundo
- amplitud (A). - Máximo desplazamiento desde la posición de equilibrio.
- Cresta.- Es el punto más alto
- Valle.- Punto más bajo de la onda.

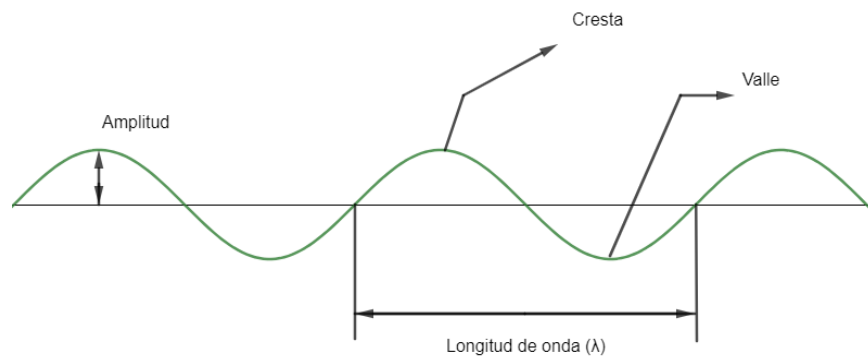


Ilustración 75. Partes de una onda sonora.

Fue el filósofo chino Lung Ling quien, bajo encargo del emperador chino Han Ti, planteó la hipótesis que un sonido, daría origen a otro; al tomar como fundamental el sonido que hoy llamamos Fa, creyó que ese sonido produciría su quinta Do; y que Do, a su vez, produciría su quinta Sol y Sol su quinta Re, y Re su quinta La, siendo estas las primeras notas musicales, luego siglos después la Escuela Pitagórica le daría un análisis más científico al introducir el término de la octava, los ocho sonidos que se producen al dividir una cuerda tensa de 100 cm en diferentes porciones de longitud determinada, utilizando para esto el monocordio.⁴ Siendo esta una escala musical la

⁴ Veinte y seis años antes de Cristo se planteó la idea de una ley encadenara los sonidos (Carrillo, 2014)



cual se define como un conjunto de sonidos ordenados que se repiten a cierta distancia.

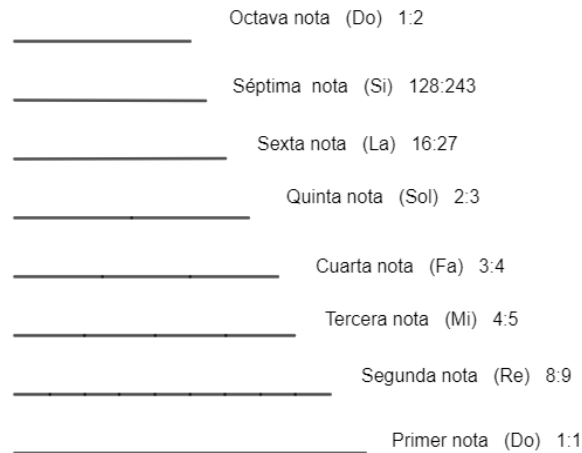


Ilustración 76. Notas musicales en una cuerda

Históricamente han variado desde la pentafónica, hexafónica, heptafónica con siete tonos y cinco semitonos (la distancia entre notas).

Para definir las notas musicales, ya no se utiliza la longitud del objeto vibrante, sino que está en base a la frecuencia de vibración de la onda sonora, mediante la siguiente ecuación:

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

v es la velocidad del sonido, la cual depende del medio de propagación, siendo su valor en el aire de $v = 343 \text{ m/s}$.

λ representa la longitud de la onda en metros.

Las frecuencias con valores bajos corresponden a tonos graves, mientras aquellas con frecuencias altas, su tonalidad es más aguda. Las relaciones entre frecuencias se



denominan intervalos. En sí las escalas se refieren a la forma en la que se ordenan los tonos y semitonos o la distancia a que ubicamos cada sonido. Para elaborar una escala es necesario considerar lo siguiente:

- Elegir como frecuencia referencial el correspondiente a la nota La, cuando el aire vibra a 440 Hz, también se la conoce como nota de afinar.
- Nuestro sistema musical tiene 12 notas, las cuales vuelven a repetirse en una octava más aguda si están a la derecha y una octava más grave si están a la izquierda; la frecuencia de la octava aguda es el doble del valor referencial, mientras que en la octava más grave es la mitad, por lo que sus frecuencias serán:

$$220\text{Hz} ; 440\text{Hz} ; 880\text{Hz}$$

- Observamos que dichos valores pertenecen a una progresión geométrica, en donde se desconoce su razón (r)
- Si partimos del valor de La con 440 Hz, para hallar la siguiente frecuencia perteneciente a La# tendríamos que multiplicar por una razón r.

$$\text{La\#} = 440 \cdot r$$

- De igual manera para hallar el valor de la nota Si multiplicaremos por la misma razón (r)

$$\text{Si} = 440 \cdot r \cdot r = 440r^2$$

- Así sucesivamente hasta llegar a las doce notas , por lo que el exponente sería



$$440r^{12}$$

- Al llegar a la última nota, se repiten con la frecuencia del doble a la anterior, es decir:

$$440r^{12} = 880$$

- Despejado la r obtenemos

$$r^{12} = \frac{880}{440}$$

$$r^{12} = 2$$

$$r = \sqrt[12]{2}$$

A partir de la frecuencia referencial, se obtienen los demás notas ascendentes y descendentes mediante esta razón $\sqrt[12]{2}$; para el primer caso se multiplican, mientras que para el segundo caso se divide para el intervalo, teniendo lo siguiente :



Tabla 16. *Notas y frecuencias musicales*

Nota		Frecuencia Hz
Do	C	261,6
Do#	C#	277,2
Re	D	293,7
Re#	D#	311,1
Mi	E	329,6
Fa	F	349,2
Fa#	F#	370
Sol	G	392
Sol#	G#	415,3
La	A	440
La#	A#	466,2
Si	B	493,9
Do	C	523,3
Do#	C#	554,4
Re	D	587,3
Re#	D#	622,3
Mi	E	659,3
Fa	F	698,5
Fa#	F#	740,0
Sol	G	784
Sol#	G#	830,6
La	A	880
La#	A#	932,3
Si	B	987,8

Al combinar dos o más notas musicales, sus ondas se superponen creando un sonido compuesto, a este se lo llama acorde, el cual es utilizado por instrumentos de cuerda, viento, percusión para realizar composiciones cada vez más complejas.

Los instrumentos de cuerda son aquellos que utilizan el principio de vibración de una cuerda tensada, la cual al moverse en el aire genera un sonido y por ende una nota musical. Se dividirán en tres tipos; cuerda frotada, cuerda prensada, cuerda percutida.

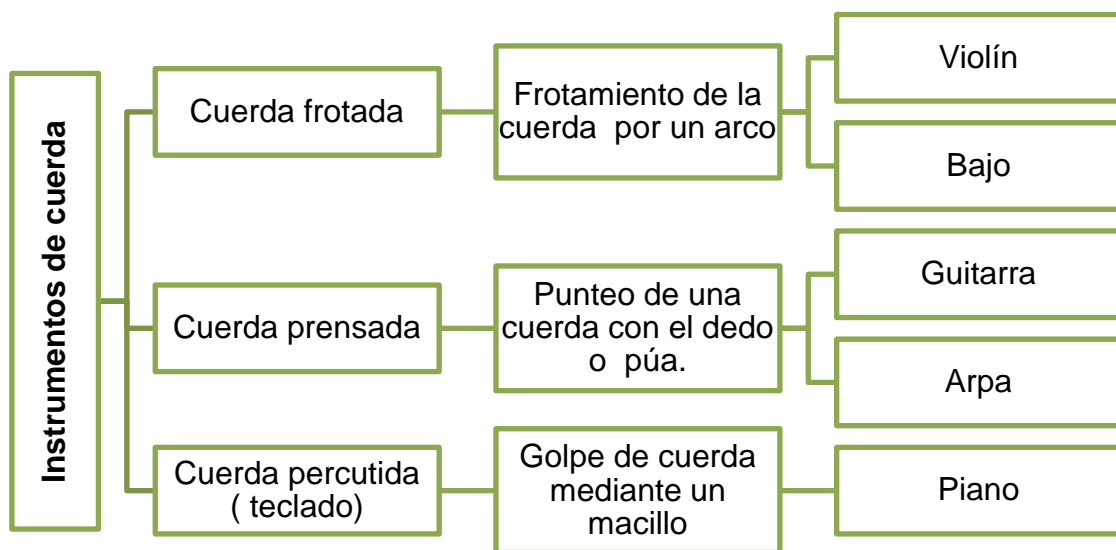


Gráfico 15. Tipos de instrumentos de cuerda

La guitarra del son

Este instrumento de cuerda prensada consta de cuatro cuerdas formada de :

- Clavijas
- Traste
- Diapasón
- Boca
- Caja de resonancia
- Mástil
- Puente



Ilustración 77. Partes de la guitarra del son

Los instrumentos de viento producen el sonido con la vibración del aire en el interior. Se los clasifican en:

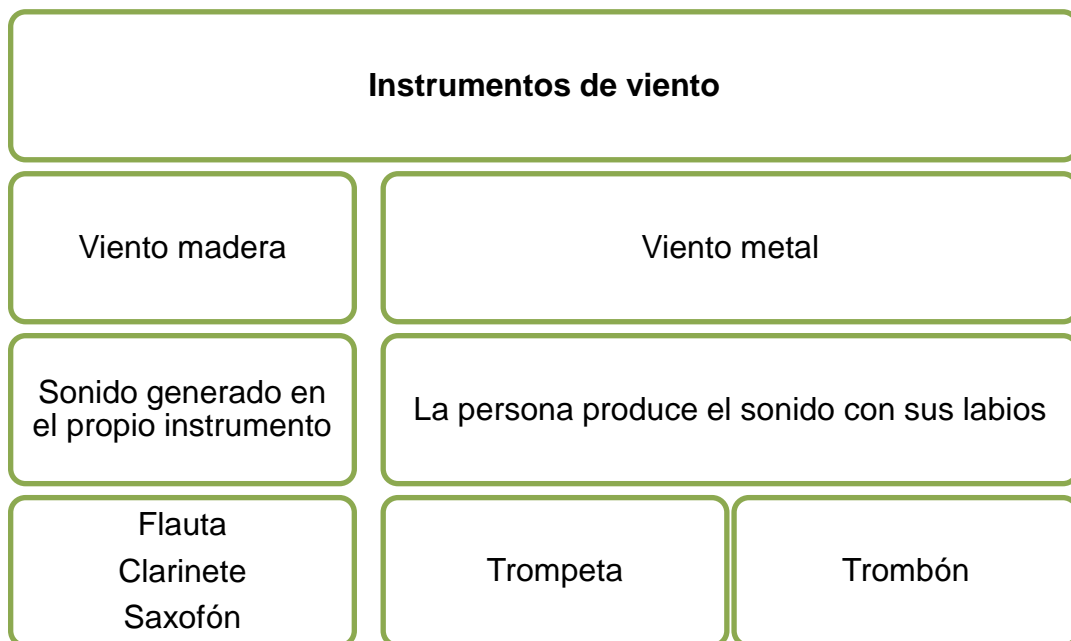


Gráfico 16. Tipos de instrumentos de viento

Flauta

Consiste en un instrumento cilíndrico de madera de largo de 40 cm con un diámetro interno de 1,75 cm y externo 2,1 cm con 7 orificios en la parte delantera y 1 en la trasera. Sus partes son:

- Embocadura .- Donde se colocan los labios
- Bisel.-abertura en donde se corta la bocanada de aire.
- Cabeza.- Parte en donde se encuentra la embocadura y bisel
- Cuerpo.- Parte en donde se encuentran los orificios.
- Pie.-Parte inferior, donde se encuentra el último orificio.



Ilustración 78. *Flauta*

Zampoña

Instrumento de madera con dos hileras de tubos, la primera hilera se denomina ira y la segunda arka, conservando la dualidad ancestral de significado.

El material utilizado es el canuto, cada tubo tiene su propia altura, en la cual produce una nota diferente, tenemos:

Arka	cm	Ira	cm
RE	30	MI	27
FA#	24	SOL	23
LA	21	SI	19
DO	18	RE	16
MI	14	FA#	13
SOL	12	LA	11
SI	10		



Ilustración 79. Zampoña.⁵

Los instrumentos de percusión se caracterizan por el sonido mediante el golpeo, entrechocado o sacudido. Su vibración se produce en dos dimensiones largo y ancho a diferencia de los instrumentos de cuerda, cuya vibración es longitudinal.

⁵ Dimensiones extraídas de (SECST, 2015) para la elaboración de una zampona en escala cromática.

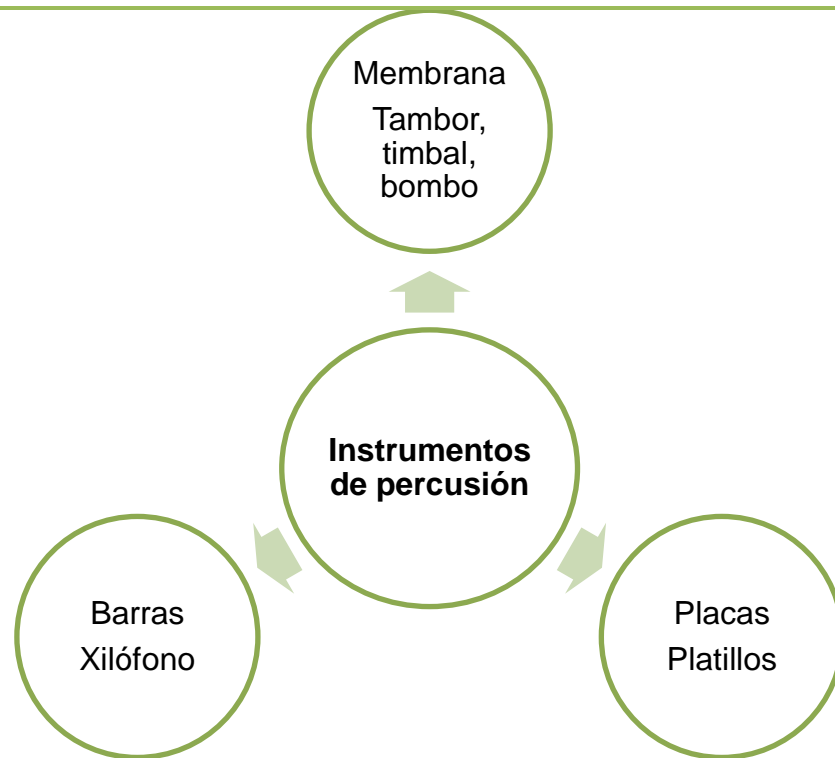


Gráfico 17. Instrumentos de percusión

Tambor andino

Instrumento de tipo membranoso, consiste en un cuerpo cilíndrico, en donde sus extremos son tensados con membranas de cuero de oveja.

Sus partes son:

- Membrana
- Aro
- Cuerpo
- Mazos
- Presillas



Ilustración 80. Tambor andino

Xilófono

Es un instrumento musical formando de placas de metálicas o madera de distinto tamaño que al ser golpeados por baquetas crean notas diferentes.



Ilustración 81. Xilófono

EJERCICIOS MODELOS:

1. Calcular las frecuencias de una escala musical cuyos intervalos son $\sqrt[8]{2}$ con una frecuencia referencial de 460 Hz, correspondiente a su segunda nota.

Solución:

- En base al intervalo $\sqrt[8]{2}$, entender que el índice de la raíz nos indica que la escala posee 8 sonidos diferentes en la cual, la frecuencia de octavas, duplican a las anteriores.
- Determinar las frecuencias ascendentes multiplicando por $\sqrt[8]{2}$ y dividiendo para la misma razón para obtener las notas descendentes.

1	2	3	4	5	6	7	8
$460 \div \sqrt[8]{2}$	460	$460 \times \sqrt[8]{2}$	$501,633 \times \sqrt[8]{2}$	$547,035 \times \sqrt[8]{2}$	$596,546 \times \sqrt[8]{2}$	$650,538 \times \sqrt[8]{2}$	$709,416 \times \sqrt[8]{2}$
421,821 Hz		501,633 Hz	547,035 Hz	596,546 Hz	650,538 Hz	709,416 Hz	773,624 Hz



2. Obtener la frecuencia de la séptima nota, partiendo de la cuarta, cuya frecuencia es 472 Hz y sus intervalos de frecuencias son $\sqrt[8]{2}$.

Solución :

- Multiplicar progresivamente el valor del intervalo, partiendo de la cuarta nota cuyo valor referencial es de 472 Hz hasta llegar a la octava.

Cuarta nota	Quinta nota	Sexta nota	Séptima nota
	$472 \times \sqrt[8]{2}$	$514,71 \times \sqrt[8]{2}$	$561,30x$
472 Hz	514,71 Hz	561,30 Hz	612,10

ACTIVIDADES PROPUESTAS:

1. Una con una línea según corresponda.

Instrumento de cuerda frotada	Piano
Instrumento de cuerda prensada	Violín
Instrumento de cuerda percutida	Bajo

2. Relacione cada término con su definición.

a) periodo	() Máximo desplazamiento desde la posición de equilibrio.
b) frecuencia	() Es el punto más alto
c) amplitud	() Número de ciclos por segundo



d) Cresta

() El tiempo que tarda en cumplir un ciclo

3. Complete y escriba la escala cromática.

				Mi								
				329, 6 Hz								

EJERCICIOS PROPUESTOS:

- Determine el valor de las frecuencias de la escala con los siguientes datos
 - Frecuencia referencial 445 Hz
 - Intervalo $\sqrt[7]{3}$
- Encuentre las frecuencias en la octava central de las primeras cinco notas de la serie cromática descendente, partiendo de un Sol (392,0 Hz) ¿Cómo se llaman dichas notas?

NOMBRE DEL RECURSO DIDÁCTICO

Placas de Chladni

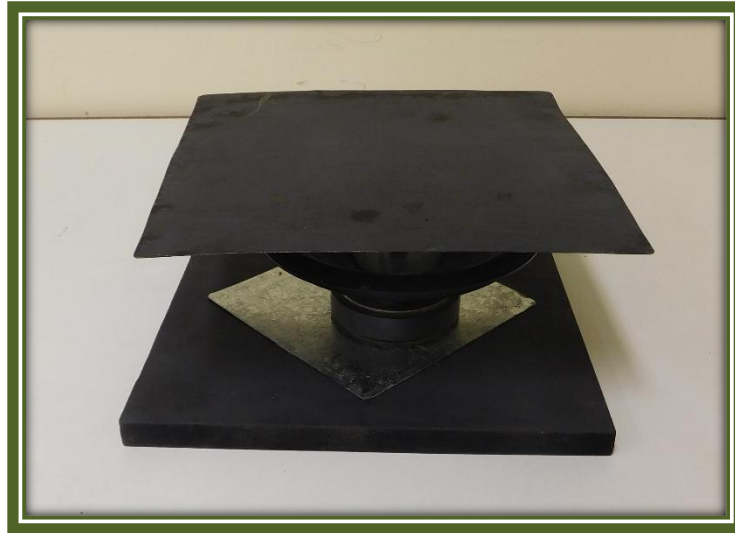


Ilustración 82. Generador de figuras de Chladni.

TEMÁTICA QUE CUBRE:

- **VARIOS:** Ondas Mecánicas, superposición de ondas, ondas estacionarias, Nodos y valles.

DESCRIPCIÓN

ELEMENTO	MATERIAL	COLOR	CANTIDAD	REPRESENTA
Altavoz de 100 W	Plástico	Negro	2	Generador de señales
Vaso	Plástico		2	Tubo conductor
Placa Cuadrada	Latón	Negro	1	Pantalla

Placa Circular	Latón	Negro	1	Pantalla
Base	Madera	Marrón	2	

GUÍA PARA EL MAESTRO

OBJETIVO: Experimentar y conocer el comportamiento de las ondas sonoras al propagarse en una placa metálica cuadrada y circular

PROCEDIMIENTO:

- Presentar el material didáctico, nombrando cada uno de sus elementos y su función a cumplir.
- Recordar conceptos de ondas mecánicas y superposición de ondas mediante un interrogatorio verbal.
- Generar figuras en las placas metálicas variando la frecuencia de la onda.

MARCO TEÓRICO

Si tomamos un cuerda de ambos extremos y sacudimos uno de ellos, veremos cómo el movimiento se propaga hasta el otro extremo y regresa al extremo inicial.



Ilustración 83. Onda generada por una cuerda

Ahora bien, si se mantiene constante la frecuencia y se sacude varias veces, observamos que se generan ondas en diferentes sentidos formando vientres en donde su interferencia es constructiva, nodos con interferencia destructiva

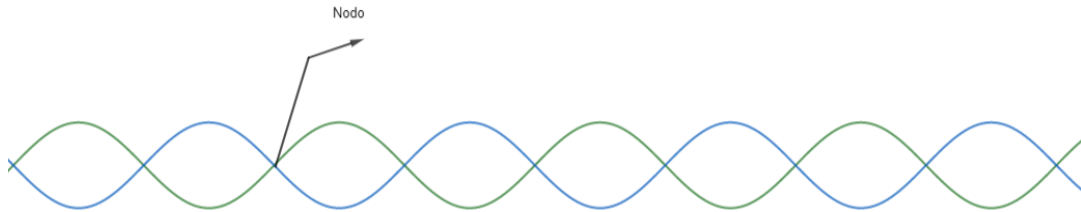


Ilustración 84. Interferencia de ondas. Visualización del nodo.

Este tipo de onda generada se la conoce como onda estacionaria cuya expresión es :

$$y(x, t) = 2A. \text{Sen } kx. \cos wt$$

La cual tiene igual amplitud y frecuencia, propagada en sentidos opuestos a través de un medio.

Esta noción básica fue aplicada al caso de una placa metálica por Ernst Chladni, quien con el arco de un violín froto un placa metálica, previamente rociada con arena, generándose dibujos que variaban según el ángulo que se apoyara el arco y como se sujetara la placa con los dedos índice y pulgar.⁶ Estos dibujos representan los vacíos creados por una onda que se propaga en la misma dirección dentro de un sistema bidimensional donde la vibración es nula es decir los nodos, espacios en donde no existe vibración, llamadas también como líneas nodales.

En base a sus experimentos, Chladni propuso una ley que lleva su nombre, la cual relaciona la frecuencia de la vibración de un platillo circular, de centro fijo, con el

número de líneas nodales radiales (m) y no radiales (n), resultando la siguiente expresión:

$$f = C(m + 2n)^2$$

C es un valor constante que depende de las propiedades del platillo. A esta ecuación se la trabaja con la ecuación de onda en dos dimensiones.

En la actualidad se puede realizar el experimento con un altavoz, sal o azúcar, placa de latón. Estos elementos están conectados a un generador de frecuencias, el cual alimenta al cuerpo con una función sinusoidal, controlable en su frecuencia y amplitud.



La función será percibida por el generador de vibraciones, que lo transmitirán a la placa, en este caso está compuesto por una base.

Ilustración 85. Generador de vibraciones compuesto por un altavoz

⁶ Físico y músico alemán conocido por sus experimentos basado en el cálculo de la velocidad del sonido para diferentes gases y vibraciones

La placa donde se presentará la vibración será cuadradas con las siguientes mediciones:

Placa cuadrada

Tamaño de la placa: 21x 21 cm

Grosor de la placa: 0,5 mm de grosor

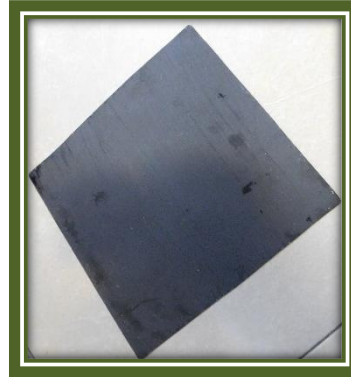


Ilustración 86. Placa metálica

Antes de iniciar el experimento se asegura la placa al generador de vibraciones de manera que la placa tenga una posición horizontal. Luego conectar el generador de frecuencia, previamente los dispositivos deben estar desconectados, el único dispositivo alimentado de corriente eléctrica es el generador de frecuencias. Por último se esparce el azúcar por encima de la placa debiendo quedar ésta cubierta completamente sin que quede una capa gruesa de la misma.

Para realizar la experiencia, se enciende el generador. Primero cerciorarse que la placa esté colocada horizontalmente, induciendo una frecuencia baja hasta observar que los granos no se caen por algún lado de la placa. De ahí en adelante se prueba secuencialmente distintas frecuencias hasta obtener una figura nítida. Las frecuencias utilizadas se presentan en la siguiente tabla acompañadas de su dibujo.



Ilustración 87. Figura generada con una frecuencia de 2018 Hz.

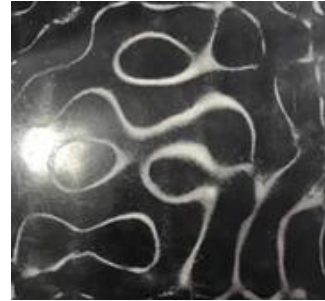


Ilustración 88. Figura generada con una frecuencia de 2034,26 Hz.

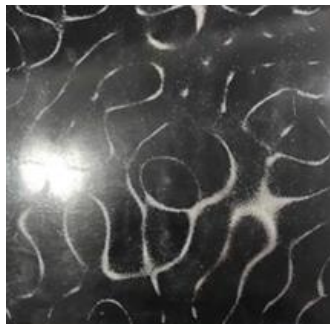


Ilustración 89. Figura generada con una frecuencia de 1666,89 Hz.



Ilustración 90. Figura generada con una frecuencia de 1466 Hz



Ilustración 91. Figura generada con una frecuencia de 1400 Hz



Ilustración 92. Figura generada con una frecuencia de 1200 Hz

EJERCICIO MODELO:

- 1. La nota musical La tiene una frecuencia, por convenio internacional, de 440 Hz. Si en el aire se propaga con una velocidad de 340 m/s y en el agua lo hace a 1400 m/s, calcula su longitud de onda en esos medios.**

Solución :

- De la ecuación de frecuencia, despejar la magnitud correspondiente a la longitud de onda λ .

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

- Siendo la frecuencia de 400 Hz y la velocidad de 340 m/s correspondiente a la propagación en el aire, se obtiene el valor de longitud de onda:

$$\lambda = \frac{v_{\text{aire}}}{f} = \frac{340}{400} = \boxed{0,85 \text{ Hz}}$$



- De la misma forma utilizando el mismo valor de la frecuencia de 400 Hz y el valor de la velocidad de propagación en el agua 1400 m/s , calcular la frecuencia.

$$\lambda = \frac{v_{\text{agua}}}{f} = \frac{1400}{400} = 3,5 \text{ Hz}$$

2. En una cuerda tensa de 14 m de longitud, con sus extremos fijos, se ha generado una onda de ecuación:

$$y(x, t) = 0,04 \text{ sen} \left(\frac{\pi}{2} x \right) \cos(8\pi t)$$

- a) Calcular la velocidad en función del tiempo de los puntos de la cuerda que se encuentran a 2 m y a 3 m, respectivamente de uno de los extremos.
b) En qué punto del extremo 2 m o 3 m se encuentra un nodo.

Solución:

Datos :

$$L = 14 \text{ m}$$

- Puntos de la cuerda a tener en cuenta, a 2 y 3 metros del extremo.
- Se trata de una onda estacionaria cuya ecuación es:

$$y(x, t) = 0,04 \text{ sen} \left(\frac{\pi}{2} x \right) \cos(8\pi t)$$

La ecuación general de la onda es :

$$y(x, t) = 2A \cdot \text{Sen } kx \cdot \cos \omega t$$

Por tanto

$$A = 0,02 \text{ m}$$

$$\text{Número de onda, } k = \frac{\pi \text{ rad}}{4 \text{ m}}$$

$$\text{Velocidad angular } \omega = 8\pi \text{ rad/s}$$



- a) La velocidad de vibración viene dada por el cambio de posición de los mismos con respecto al tiempo.

$$v = \frac{dy}{dx} = -0,04 (8\pi) \operatorname{sen} \left(\frac{\pi}{2} x \right) \operatorname{sen}(8\pi t)$$

$$v = \frac{dy}{dx} = -0,32 \operatorname{sen} \left(\frac{\pi}{2} x \right) \operatorname{sen}(8\pi t)$$

En la ecuación anterior sustituir los valores de 2 y 3 para obtener los nodos.

$$v(2, t) = -0,32 \operatorname{sen} \left(\frac{\pi}{2} 2 \right) \operatorname{sen}(8\pi t)$$

$$v(2, t) = -0,32 \operatorname{sen} (\pi) \operatorname{sen}(8\pi t) = 0$$

Cuando el valor de $x=2$, el valor es cero por lo tanto no vibra y su velocidad es 0, por lo que si existe un nodo.

$$v(3, t) = -0,32 \operatorname{sen} \left(\frac{\pi}{2} 2(3) \right) \operatorname{sen}(8\pi t)$$

$$v(3, t) = -0,32 \operatorname{sen} (3\pi) \operatorname{sen}(8\pi t)$$

En este caso el valor de la velocidad no es cero, existiendo una vibración por lo que no existe un nodo.

ACTIVIDADES PROPUESTAS :

1. Subraye la alternativa correcta.

- Un nodo se produce por:
 - a) Una interferencia constructiva
 - b) Una interferencia destructiva.
 - c) Un valor máximo de velocidad.
- La onda estacionaria tiene:
 - a) Igual amplitud
 - b) Diferente amplitud
 - c) Igual frecuencia, diferente amplitud.



- **Un vientre se produce por:**

- d) Una interferencia constructiva
- e) Una interferencia destructiva.
- d) Un valor máximo de velocidad

2. Explica qué son los patrones y líneas nodales formadas sobre la placa.

.....
.....
.....

3. EJERCICIO PROPUESTO:

- **En una cuerda tensa de 8 m de longitud, con sus extremos fijos, se ha generado una onda de ecuación:**

$$y(x, t) = 0,3 \operatorname{sen}\left(\frac{\pi}{4}x\right) \cos(\pi t)$$

- a) Calcular la velocidad en función del tiempo de los puntos de la cuerda que se encuentran a 4 m y a 8 m, respectivamente de uno de los extremos.
- b) En qué punto del extremo 4 m o 8 m se encuentra un nodo.

- **La ecuación de una onda, que se propaga por una cuerda es:**

$$y(x, t) = 0,75 \cos 2 \pi (8 t - 4 x)$$

- a) Determina la amplitud y frecuencia angular, el número de onda, longitud de onda, frecuencia, periodo, velocidad de propagación
- b) Determina los valores de la elongación, velocidad y aceleración de un punto situado a 2 m del origen en el instante $t = 4 \text{ s}$



CONCLUSIONES

La educación actual se sustenta en el constructivismo, para que el estudiante logre una mejor comprensión y acceso a un conocimiento superior mediante sus experiencias y relaciones con los materiales de su entorno. Esta teoría adquiere mayor relevancia al apoyarse en recursos didácticos que complementa el actuar docente al momento de impartir la enseñanza de una temática en específico. Si bien son los estudiantes quienes vinculan los contenidos teóricos con la práctica mediante estos materiales, los mismos sin una guía adecuada del docente se verían inconexos y carentes de significado.

La problemática que dio origen a esta propuesta se corrobora con la aplicación de encuestas que demostraron la necesidad de los recursos didácticos en el mejoramiento de la enseñanza de los contenidos relacionadas con Electricidad, Ondas y Calor, con la expectativa de disminuir el carácter complejo de la misma, favoreciendo al entendimiento de esta temática y generando mayor interés hacia la asignatura.

La utilización de recursos didácticos promuevan una reflexión significativa en los sujetos a los que se enseña ya que permite cubrir amplias posibilidades dentro del aula fortalece la relación docente estudiante al generar procesos de reflexión y comunicación. Es así que el uso adecuado de estos materiales lo vuelve una herramienta muy fiable al momento de abordar temáticas complejas de difícil modelización.

La propuesta abarca el diseño y construcción de recursos didácticos para la asignatura de Electricidad, Ondas y Calor, como una herramienta que complemente la enseñanza, y como consecuencia mejore el entendimiento. Cuenta con una guía de uso la cual según la finalidad e intencionalidad del docente facilite el acceso y uso del instrumental.



RECOMENDACIONES

Los recursos educativos elaborados con su guía del docente, si bien abarcan contenidos complejos, estos solo representan una parte de todo un bloque temático como lo es el de Electricidad, Ondas y Calor, por lo que los estudiantes de las nuevas promociones tienen toda una gama de posibilidades para plantear diferentes propuestas que les faciliten el entendimiento de los contenidos faltantes en esta propuesta.

Los estudiantes de la carrera de Matemáticas y Física además de acceder a grados de conocimientos teóricos cada vez más complejos, deberían disponer de asignaturas dentro del pensum académico, que les permitan diseñar y elaborar diferentes tipos de material didáctico de manera vinculen lo aprendido formalmente con lo práctico al construir y diseñar el instrumental.

Inmerso en la realidad existente, estoy convencido que los recursos elaborados en esta propuesta trasciendan más allá de lo físico y puedan ser representados mediante simulaciones o difundido mediante un medio electrónico, siendo utilizado de una manera integral cubriendo las expectativas planteadas por los neo docentes al inicio de la asignatura.



BIBLIOGRAFÍA

El campo eléctrico, ley de Coulomb. (2015 de 08 de 19). Obtenido de Fabian Cádiz :
<http://fabiancadiz.com/images/01Electro.pdf>

PFC: IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE DINÁMICA. (Septiembre de 2012).
Obtenido de
<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/60109/fichero/4.Vibraci%C3%B3n+de+una+placa+cuadrada%252FVIBRACI%C3%93N+DE+UNA+PLACA+CUADRADA.pdf>

La zampoña. (06 de Abril de 2015). Obtenido de SECSST:
http://www.secst.cl/upfiles/documentos/06042015_740pm_5523359834eb8.pdf

Campo Eléctrico. (09 de Noviembre de 2016). Obtenido de
<file:///C:/Users/USER/Downloads/TEMA%203.%20CAMPO%20EL%C3%89CTRICO.pdf>

Física del sonido. (20 de Diciembre de 2018). Obtenido de
http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-logo/fisicas_del_sonido.pdf

Arancibia, V., Herrera, P., & K, S. (1999). Teorías Cognitivas del Aprendizaje. *Psicología de educación*, 75-96.

Araya, V., Alfaro, M., & Andonegui, M. (2007). CONSTRUCTIVISMO: ORÍGENES Y PERSPECTIVAS. *Laurus*, 76-92.

Ardilla, R. (2013). Los orígenes del conductismo, Watson y el manifiesto conductista de 1913. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 315-319.

Ardizzi, N. (15 de Marzo de 2012). *Fundamentos del sonido.* Obtenido de Escuela de música de Buenos Aires: <http://www.emba.com.ar/biblioteca/Frecuencia%20>



%20Periodo%20-%20Longitud%20de%20Onda%20-%20(%20RESUMEN%20).pdf

Armas, W. (30 de Mayo de 2009). *Vectores en R3*. Obtenido de Repositorio de ESPOL: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/5218>

Arroyo, O. (16 de Diciembre de 2015). *Placas de Chladni*. Obtenido de <http://popia.ft.uam.es/aknebe/page3/files/Computacion/Project-SampleReport.pdf>

Avecillas Jara, S. (2008). *Física : Campo Eléctrico, Física de las ondas , Calor y Termodinámica*. Cuenca: Centro de Publicaciones y Difusión.

Baldor, M. L. (2018). *Diseño de una unidad didáctica de acuerdo a los principios de la enseñanza programada*. Obtenido de Scribd: <https://www.scribd.com/doc/53148746/Ensenanza-Programada>

Beléndez Vázquez, A., Bernabeu Pastor, J. G., & Pastor Antón, C. (2009 de 07 de 1988). *Magnitudes, vectores y campos*. Valencia: Editorial UPV.

Blanco, I. (2012). *Recursos didácticos para fortalecer la enseñanza-aprendizaje de la economía*. Obtenido de Universidad de Valladolid: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/1391/1/TFM-E%201.pdf>

Blanco, N. (1994). *Las intenciones educativas*. Recuperado el 11 de Junio de 2018, de https://www.uv.mx/dgdaie/files/2012/11/_CPP-DC-Blanco-Las-intenciones-educativas.pdf

Blancos, D. (s.f.). *Ángulos directores de un vector*. Obtenido de scribd.com: <https://www.scribd.com/document/246941979/ANGULOS-DIRECTORES-DE-UN-VECTOR-TEORIA-docx>



- Boletín de problemas - Movimiento oscilatorio.* (s.f.). Obtenido de Portal de la Junta de Andalucía: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/41008970/helvia/sitio/upload/boletin_problemas_4.pdf
- Brito, W. (2011). *Elaboración de un manual para la enseñanza de lenguaje musical* . Obtenido de Repositorio digital de la Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1439/12/UPS-CT002296.pdf>
- Carrillo, J. (13 de Enero de 2014). *La física purificará a la música*. Obtenido de Revista de la universidad : <https://www.revistadelauniversidad.mx/storage/44c811d9-11f6-4020-b2b3-81b45ca58562.pdf>
- Castaño, A. (09 de Marzo de 2008). *UNIDAD I: CARGA Y CAMPO ELÉCTRICO* . Obtenido de Universidad Nacional de Nordeste: <http://ing.unne.edu.ar/pub/fisica3/170308/teo/teo1.pdf>
- Castillo, J. (Febrero de 2017). *Breve Tratado de la flauta dulce*. Obtenido de Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” Decanato Experimental de Humanidades y Artes : <https://core.ac.uk/download/pdf/93512705.pdf>
- Chaves Salas, A. L. (2001). Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vigotsky. *Educación*, 59-65.
- Colegio Miguel de Cervantes . (11 de Agosto de 2016). *Potencial eléctrico ejercicios*. Obtenido de Colegio Miguel de Cervantes : <http://www.colegiomigueldecervantes.cl/CMC/wp-content/uploads/2013/03/guia-potencial-cuarto-medio.pdf>
- Crescio, E. (8 de Agosto de 2018). *Carga Eléctrica*. Obtenido de <http://personalpages.to.infn.it/~crescio/grp3/fisica3/Clases5y7agostoFis3.pdf>
- Dale, S. (2012). *Teorías del aprendizaje: Una perspectiva educativa*. México: Pearson.



del Valle, M. (s.f.). *Clasificación de los instrumentos de cuerda y viento habituales y sus respectivas familias*. Obtenido de Eduinnova: http://www.eduinnova.es/mar2010/clasificacion_cuerda_viento.pdf

Dennis, A. (26 de 05 de 2006). *Magnitudes escalares y vectoriales*. Obtenido de UNSAM – Escuela de Ciencia y Tecnología , Tecnicaturas en Electromedicina y en Diagnóstico por Imágenes : http://www.unsam.edu.ar/escuelas/ciencia/alumnos/matematica_guia/apunte-3%C2%B0%20parte.pdf

Dinis, L. (5 de Noviembre de 2013). *Placa de Chladni*. Obtenido de Universidad Complutense Madrid: https://www.ucm.es/data/cont/docs/76-2013-11-08-10_01_Chladnis_plate.pdf

Espinosa, J., Pérez Rodríguez, J., Miret, J., & M., C. (07 de Marzo de 2011). *Tema 3. Campo eléctrico (Curso 2010-2011)*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante: <http://hdl.handle.net/10045/16575>

Esteve-Faubel, J.-M., Espinosa Zaragoza, J. A., Molina Valero, M. Á., & Botella-Quirant, M. T. (30 de Octubre de 2009). *La Escala*. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante: <http://hdl.handle.net/10045/12172>

García, F. (2017). *La guitarra del son*. Obtenido de Docplayer: <https://docplayer.es/24584660-La-guitarra-de-son-del.html>

García, F. (s.f.). *La guitarra de son del Sotavento mexicano. Organología de una familia de instrumentos de cuerda punteada*. Obtenido de Docplayer: <https://docplayer.es/24584660-La-guitarra-de-son-del.html>



- Getxo. (05 de Noviembre de 2013). *Instrumentos musicales*. Obtenido de Getxo: http://www.getxo.eus/docspublic/musika/castellano/documentos/guia_instrumentos.pdf
- Guerrero, A. (2009). Los materiales didácticos en el aula. *Federación de enseñanza de C.C.O.O de Andalucía*, 1-2.
- Gutiérrez, D. (7 de Marzo de 2017). *Potencial Eléctrico*. Obtenido de Repositorio Tecnológico de Costa Rica: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7378/Potencial%20el%C3%A9ctrico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Inzunza, J. (21 de 11 de 2006). *Trabajo y energía*. Obtenido de Departamento de Geofísica Universidad de Concepción: <http://www2.dgeo.udec.cl/juaninzunza/docencia/fisica/cap5.pdf>
- Lafuente Ibáñez, C., & Marín Egoscózábal, A. (2008). Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 5-18.
- Mata, L. (03 de 12 de 2018). *Biblioteca Digital Agrimensura*. Obtenido de COORDENADAS EN EL PLANO Y EN EL ESPACIO: <http://www.bibliotecacpa.org.ar/greenstone/collect/facagr/index/assoc/HASHd482.dir/doc.pdf>
- Monge, M. Á., & Begoña, S. (18 de 02 de 2014). *CAMPO LEY DE COULOMB Y ELÉCTRICO I*. Obtenido de Universidad Carlos III de Madrid: <file:///C:/Users/Invitado/Downloads/OCW-FISII-Tema01.pdf>
- Moreno, F. (Junio de 2017). *Estudio de algunas propiedades de las ondas: Ondas estacionarias*. Obtenido de Los lagartos terribles:



<http://www.escritoscientificos.es/problemasfyq/problemasfisica/03fisprob01a10/03fisprob01z.htm>

Ogalde, I., & Bardavid, E. (1992). *Los materiales didácticos : Medos y recursos de apoyo a la docencia*. Mexico D.F.: Trillas.

Ortiz Granja, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 93-110.

Pablo, M. (2012). Elaboración de material didáctico. *Red tercer milenio*, 10.

Pance, C. (114 de Julio de 2013). *Electrical field lines and Equipotential surfaces simulation*. Obtenido de Pance"s blog: <http://hsilomedus.me/wp-content/uploads/d3electricField/electricField.html>

Pellon, R. (2013). Watson, Skinner y Algunas Disputas Dentro del Conductismo . *Revista Colombiana de Psicología*, 389-399.

Petrosino, J. (2013). *Enseñando física con las Tic*. Buenos Aires: Cengage Learning.

Redondo, F., & Redondo, R. (26 de Septiembre de 2006). *Energía electrostática*. Obtenido de Universidad de Salamanca: http://electricidad.usal.es/Principal/Fenomenos/Publicaciones/Descargas/07_Energia_electrostatica.pdf

Schunk, D. (2012). *Teorías del Aprendizaje: Una perspectiva educativa*. México: Pearson.

SECST. (06 de Abril de 2015). *La zampoña*. Obtenido de SECST: http://www.secst.cl/upfiles/documentos/06042015_740pm_5523359834eb8.pdf



- Serrano González-Tejero, J., & Pons Parra, R. (2011). El Constructivismo hoy: enfoques constructivistas en educación. *REDIE. Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 1-27.
- Soussan, G. (Septiembre de 2003). *Enseñar las ciencias experimentales*. Recuperado el 12 de Mayo de 2018, de UNESCO: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001492/149207s.pdf>
- Tomasini, M. C. (30 de Junio de 2008). *El fundamento matemático de la escala musical y sus raíces pitagóricas*. Obtenido de Universidad de Palermo: <https://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/CyT6/6CyT%2003.pdf>
- Torrenteras, J. (s.f.). *Las teorías de aprendizaje y la formación de herramientas técnicas*. Recuperado el 28 de 06 de 2018, de Universidad de Murcia: <http://www.um.es/ead/red/34/torrenteras.pdf>
- Universidad Autónoma de México. (23 de Marzo de 2009). *Potencial eléctrico*. Obtenido de UNAM :Administración de Manuales y documentos de la Facultad de Química: epa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Potencial_Electrico_7142.pdf
- Universidad de los Andes. (s.f.). *Universidad de los Andes*. Obtenido de <https://matematicas.uniandes.edu.co/~jarteaga/coord-calvec/material/app-coord-vectores.pdf>
- Universidad de Sevilla. (25 de Marzo de 2012). *Esfera conductora hueca con carga puntual GIA*. Obtenido de Wikidepartamento de Física Aplicad II: http://laplace.us.es/wiki/index.php/Esfera_conductora_hueca_con_carga_puntual_GIA



Universidad Interamericana para el desarrollo. (2014). *Teorías del aprendizaje*. Obtenido de Moodle: http://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/lic/ED/TA/S06/TA06_Lectura.pdf


Universidad Nebrija. (15 de Marzo de 2013). *Electrostática : Potencial Eléctrico*. Obtenido de Universidad Nebrija: https://www.nebrija.es/~cmalagon/Fisica_II/transparencias/01-Electricidad/04-Potencial_electrico.pdf

Urgilés Campos, G. (2014). LA RELACIÓN QUE EXISTE ENTRE LAS TEORÍAS DEL APRENDIZAJE Y EL TRABAJO EN EL AULA. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 207-229.

Vielma Vielma, E. &. (2000). Aportes de las teorías de Vygotsky, Piaget, Bandura y Bruner. Paralelismo en sus posiciones en relación con el desarrollo. *Educere*, 30-37.



ANEXOS

	UNIVERSIDAD DE CUENCA Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación
Unidad Jurídica	Oficio Nro. UC-FFFILSECABO-2019-0018-0 Cuenca, 28 de febrero de 2019
Asunto: RESOLUCIÓN DEL CASO DEL ESTUDIANTE JOEL ARGUDO MATUTE	
Byron Joel Argudo Matute Estudiante de la Universidad de Cuenca UNIVERSIDAD DE CUENCA En su Despacho	
De mi consideración:	
<p>El Consejo Directivo de la Facultad conoce el caso del estudiante BYRON JOEL ARGUDO MATUTE, quien ha terminado su plan de estudios en la carrera de MATEMATICAS Y FISICA.</p> <p>Según oficio de fecha 16 de enero de 2019, suscrito por la el Mag. Santiago Avecillas, Director de su trabajo de Titulación, quien indica que al estudiante BYRON JOEL ARGUDO MATUTE tiene un 70% de avance del trabajo de titulación DENOMINADO: "ELABORACIÓN DE RECURSOS DIDACTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE ELECTRICIDAD, ONDAS Y CALOR". Esquema de trabajo de titulación que no ingreso a Consejo Directivo, debido a que habian transcurrido dos periodos académicos posteriores a la terminación de su plan de estudios y que conforme el RRA, le correspondia realizar el curso de actualización de conocimientos, para luego acogerse al Curso de Examen Complexivo, por lo que en el periodo septiembre 2018-febrero 2019, el estudiante realizo y aprobó el Curso de actualización de conocimientos.</p> <p>Se indica que la estudiante desde la aprobación de su trabajo de titulación por parte de la Junta Académica, comenzó a realizar su trabajo bajo la dirección del docente Santiago Avecillas, quien mediante oficio, indica que el estudiante tiene un avance de su trabajo del 80%, en lo relacionado con los recursos y un 70% lo relacionado con el informe escrito.</p> <p>El reglamento de régimen académico establece que luego de la aprobación del curso de actualización de conocimientos el estudiante podrá continuar mas no aprobar un trabajo de titulación que es lo que corresponde en el presente caso, sin embargo al contar con el informe de la Docente Santiago Avecillas sobre el avance del trabajo de titulación y velando por los derechos de los estudiantes el Consejo Directivo de la Facultad resuelve de manera excepcional aprobar el Trabajo de Titulación, después de haber aprobado el Curso de Actualización de Conocimientos, de la siguiente manera:</p>	
<small>* Documento generado por Output Production</small>	



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Filosofía, Letras y
Ciencias de la Educación

Unidad Jurídica

Oficio Nro. UC-FFFILSECABO-2019-0018-O

Cuenca, 28 de febrero de 2019

NOMBRE DE ESTUDIANTE	CARRERA	MODALIDAD	TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	DIRECTOR	PLAZO CONCEDIDO
BYRON JOEL ARGUDO MATUTE	MATEMÁTICAS Y FÍSICA	TRABAJO DE TITULACIÓN	"ELABORACIÓN DE RECURSOS DIDÁCTICOS PARA LA ENSEÑANZA DE ELECTRICIDAD, ONDAS Y CALOR".	Dr. Santiago Avecillas	Hasta el 30 de marzo de 2019

El Consejo Directivo de la Facultad conoce el caso del estudiante BYRON JOEL ARGUDO MATUTE, quien ha solicitado su plan de estudios en la carrera de MATEMÁTICAS Y FÍSICA.

Según consta de fecha 16 de enero de 2019, suscrita por la Mag. Santiago Avecillas, Director de su trabajo de Titulación, quien indica que el estudiante BYRON JOEL ARGUDO MATUTE tiene un 70% de avance del trabajo de titulación DENOMINADO "ELABORACIÓN DE RECURSOS DIDÁCTICOS PARA UNA ENSEÑANZA DE ELECTRICIDAD, ONDAS Y CALOR". Expone de trabajo de titulación que no fue sometido a Consejo Directivo debido a que había transcurrido dos períodos académicos posteriores a la terminación de su plan de estudios y que conforme al R.R.A., la Universidad evalúa el curso de actualización de conocimientos, para luego arrojarse al

Con sentimientos de distinguida consideración, período septiembre 2018-febrero 2019, el curso de actualización de conocimientos.

Atentamente,

Dra. Gabriela Raquel Muñoz Torres
SECRETARIA ABOGADA



- Señor o señorita estudiante, la siguiente encuesta servirá como información base para la propuesta de elaboración de recursos didácticos en la enseñanza de electricidad, ondas y calor.
- Conteste la encuesta con absoluta responsabilidad y sinceridad.
- La información obtenida en la presente encuesta tiene únicamente fines educativos, por lo que se mantendrá el anonimato.

Universidad de Cuenca

Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación

Carrera de Matemáticas y Física

Encuesta para a la obtención de información acerca del uso de material didáctico en la asignatura de electricidad, ondas y calor para desarrollar el trabajo previo a la obtención del título de graduación.

DATOS INFORMATIVOS

Ciclo: _____ Fecha: _____ / _____ / _____

Por favor, lea con atención cada pregunta y marque con una (X) la respuesta que considere oportuna.

- 1. Según su perspectiva, ¿cuál es el nivel de complejidad de la asignatura de Electricidad, Ondas y Calor?**

Alto	<input type="checkbox"/>
Medio	<input type="checkbox"/>
Bajo	<input type="checkbox"/>

- 2. En una escala del 1 al 5, indique el grado de conocimiento que posee sobre la asignatura de Electricidad, Ondas y Calor, siendo 5 el valor más alto y 1 el valor más bajo.**



Nivel	
1	
2	
3	
4	
5	

3. Los conceptos de la asignatura de Electricidad, Ondas y Calor le resultan comprensibles y fáciles de entender:

Sí	
No	

4. ¿Cree Ud. que la enseñanza de la asignatura de Electricidad, Ondas y Calor se debe dar a través de recursos didácticos?

Sí	
No	

5. ¿Considera Ud. que el uso de recursos didácticos facilitará y ayudará a la enseñanza de la asignatura?

Sí	
No	

6. Si la respuesta anterior fue afirmativa, señale los aspectos que mejorarían con el uso de maquetas en la enseñanza.

Motiva la curiosidad	
Promueve un aprendizaje significativo.	
Fomenta la participación estudiantil	
Genera interés hacia la asignatura	
Mayor comprensión de los conceptos	



7. Con qué frecuencia el docente utiliza recursos didácticos para impartir la asignatura.

Siempre	
Casi siempre	
A veces	
Nunca	

8. Con el fin de complementar su aprendizaje, ¿cree Ud. que es necesario contar con recursos didácticos manipulables que le ayuden a reforzar sus conocimientos?

Sí	
No	

9. De los siguientes tipos de recursos didácticos, ¿cuáles considera Ud. en orden de importancia los más efectivos en la enseñanza de Electricidad, Ondas y Calor? Utilice la siguiente escala: 4- Muy importante , 3-importante , 2-medianamente importante, 1-poco importante

Textos	
Maquetas	
Instrumentos de laboratorio	
Documentos sitio web	

10. Según su criterio, el material disponible en el laboratorio para abordar temas de Electricidad, Ondas y Calor resulta:

Suficiente	
Medianamente suficiente	
Insuficiente	

11. El estado físico de los recursos didáctico existentes en el laboratorio es:

Óptimo	
Bueno	
Malo	



12. Si el laboratorio de Física contara con recursos didácticos nuevos y llamativos, Ud. los utilizaría?

Sí	
No	

13. Según su criterio, ¿qué nivel de retención y retroalimentación genera el uso de recursos didácticos en la enseñanza de Electricidad, Ondas y Calor? Considere el 5 como el valor más alto y el 1 como el valor más bajo

Nivel	
1	
2	
3	
4	
5	

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN